

PLAN NACIONAL DE ACCIÓN PARA ATENDER LOS RECURSOS GENÉTICOS AGRÍCOLAS 2021-2024



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SNICS

SERVICIO NACIONAL DE
INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE SEMILLAS



El presente Plan Nacional de Acción para atender los Recursos Genéticos Agrícolas 2021-2024, fue elaborado por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA) a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), y pretende dar la pauta para atender los retos que tienen los RFAA, a través de la coordinación interinstitucional e interdisciplinaria de todos los actores interesados en su conservación y uso sustentable, tales como científicos, agricultores, comunidades locales e indígenas, sectores públicos y privados, sociedad civil, e institutos de investigación y enseñanza).





AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

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. Santiago José Arguello Campos

Encargado de la Coordinación General de Agricultura

DIRECTORIO SNICS

Dr. Leobigildo Córdova Téllez

Titular del SNICS

Dr. Marco Antonio Caballero García

Director de Certificación de Semillas

Ing. Víctor Manuel Vásquez Navarrete

Director de Variedades Vegetales

M. C. Nancy Yazmín Hernández Nicolás

Directora de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura

CRÉDITOS

Dr. Amalio Santacruz Varela
M.C. Flavio Aragón Cuevas
Dr. Sergio Segura Ledezma
Dr. César del Ángel Hernández Galeno

APOYO LOGÍSTICO

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

AGRADECIMIENTOS

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador General de Desarrollo Rural

Dr. José Solís Ramírez
Rector de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH)

Dr. Luis Ángel Rodríguez del Bosque
Encargado del Despacho de los Asuntos Correspondientes a la
Dirección General del Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

Dr. Juan Antonio Villanueva Jiménez
Director General del Colegio de Postgraduados (COLPOS)

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Rector de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)



PRÓLOGO

El Plan Nacional de Acción para atender los Recursos Genéticos Agrícolas se estructura en cuatro áreas estratégicas (Conservación *In situ* y *ex situ*, Uso sustentable y Creación de capacidades) y considera como base las 18 líneas de acción del Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO. Fue elaborado por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA) a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). La estructura de este Plan permite atender a escala comunitaria, regional y nacional, la conservación y el uso sostenible de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura a nivel de actividades prioritarias. Con esta información las Redes que forman parte del ahora Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas reestructurarán su Plan Estratégico considerando metas e indicadores.

La operación del Plan Nacional de Acción establece la atención de cultivos con centro de origen y diversificación en el territorio nacional y aquellos introducidos que ya han generado variación genética o "ecotipos" en el país. A la fecha se tiene establecida una estrategia de atención por medio de Redes por cultivo y temática, mediante la cual operan 45 Redes, agrupadas en cinco Macro-Redes (Básicos o Industriales, Hortalizas, Impulso, Ornamentales y Frutales) y una Red temática: Centros de Conservación, que tienen como antecedente el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) coordinado por el SNICS a partir de 2002 y que se retomó en el 2020 con la creación del Comité Sectorial de Recursos Genéticos, para la Alimentación y la Agricultura a través del Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas que buscan «Atender las líneas de acción para el estudio, conservación, manejo y aprovechamiento sostenibles y reparto justo y equitativo de los beneficios obtenidos del uso de los Recursos Genéticos Agrícolas».

El Plan Nacional de Acción responde a los escenarios y la complejidad que enfrentan los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA) definidos en el Tercer Informe Nacional Sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, que da una evaluación nacional sistemática de la evidencia científica plasmada en los retos y oportunidades respecto al cambio climático, y al amplio proceso participativo de actores del país. Por lo que cada línea de acción presenta un análisis de los resultados obtenidos y desafíos a los que se deben enfrentar las Redes.

Este documento pretende dar la pauta para atender los retos que tienen los RFAA, a través de la coordinación interinstitucional e interdisciplinaria de todos los actores interesados en su conservación y uso sustentable como son: los científicos, los agricultores, las comunidades locales e indígenas, los sectores públicos, privados, la sociedad civil, los institutos de investigación y enseñanza.

Sin embargo, la puesta en marcha y la aplicación de Plan Nacional de Acción sobre Recursos Genéticos Agrícolas requiere de la suma de esfuerzos y participación de las distintas instituciones nacionales públicas y privadas interesadas para crear y fortalecer las capacidades nacionales, institucionales y sociales.



ACRÓNIMOS

ADN	ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO
AGRICULTURA	SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL
BANGERMEX	SISTEMA DE INFORMACIÓN DE BANCOS DE GERMOPLASMA MEXICANO
BCS	BANCOS COMUNITARIOS DE SEMILLAS
CAPGNET	RED DEL CARIBE DE RECURSOS FITOGENÉTICOS
CIMMYT	CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO
CNRG	CENTRO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS
CONANP	COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
CONABIO	COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
CONACYT	CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CRGAA	COMISIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA
FAO	ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA
INIFAP	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
ONGS	ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES
ONU	ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
NORGEN	RED NORTEAMERICANA DE RECURSOS FITOGENÉTICOS
PNA	PLAN NACIONAL DE ACCIÓN
PNRFAA	PROGRAMA NACIONAL EN RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA
REMEFI	RED TEMÁTICA MEXICANA DE RECURSOS FITOGENÉTICOS
RFAA	RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA O RECURSOS GENÉTICOS AGRÍCOLAS
SAGARPA	SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN
SNIB	SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE BIODIVERSIDAD DE MÉXICO
SNICS	SERVICIO NACIONAL DE INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS
SI	SISTEMA DE INFORMACIÓN
SINAREFI	SISTEMA NACIONAL DE RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA
SOMEFI	SOCIEDAD MEXICA DE FITOGENÉTICA A.C.
WIEWS	SISTEMA MUNDIAL DE INFORMACIÓN Y ALERTA RÁPIDA SOBRE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA



CONTENIDO

CONSERVACIÓN IN SITU	12
Introducción	12
Diagnóstico	13
Actividades prioritarias	16
Actividad prioritaria 1. Estudio e inventario de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura	19
Actividad prioritaria 2: Apoyo al manejo y mejoramiento en fincas de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura	21
Actividad prioritaria 3: Asistencia a los agricultores en casos de catástrofe para restablecer los sistemas de cultivo	22
Actividad prioritaria 4: Promoción del manejo in situ de las especies silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres comestibles	24
Literatura citada	26
CONSERVACIÓN EX SITU.	29
Introducción	29
Diagnóstico	30
Actividades prioritarias	32
Actividad prioritaria 5. Apoyo a la recolección selectiva de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura	33
Actividad prioritaria 6. Mantenimiento y ampliación de la conservación ex situ de germoplasma	35
Actividad prioritaria 7. Regeneración y multiplicación de las muestras ex situ	36
Literatura citada	38
UTILIZACIÓN SOSTENIBLE	40
Introducción	40
Diagnóstico	40
Actividades prioritarias	43
Actividad prioritaria 8. Incremento de la caracterización y evaluación de colecciones para facilitar el uso.	43
Actividad prioritaria 9. Apoyo al fitomejoramiento, la potenciación genética y las actividades de ampliación de la base.	44
Actividad prioritaria 10. Promoción de la diversificación de la producción agrícola y aumento de la diversidad de los cultivos para una agricultura sostenible.	48
Actividad prioritaria 11. Promoción del desarrollo y comercialización de variedades, principalmente las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas.	49
Actividad prioritaria 12. Apoyo a la producción y distribución de semillas	50
Literatura citada	54
CREACIÓN DE CAPACIDADES INSTITUCIONALES Y HUMANAS SOSTENIBLES	56
Introducción	56
Diagnóstico	57
Actividades prioritarias	58
Actividad prioritaria 13. Fortalecimiento del Programa Nacional de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura	58
Actividad prioritaria 14. Creación y Fortalecimiento de Redes de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura	60
Actividad prioritaria 15. Fortalecimiento y redefinición de los Sistemas de Información de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura	61
Actividad prioritaria 16. Creación y Fortalecimiento de Mecanismos de Garantía de Diversidad Genética de los RFAA para la Seguridad Alimentaria.	62
Actividad prioritaria 17. Creación y fortalecimiento de capacidad de recursos humanos en recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura	63
Actividad prioritaria 18. Fomento y fortalecimiento de la sensibilización de la opinión pública sobre la importancia de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura	64
Literatura Citada	67



CONSERVACIÓN *IN SITU*

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos del Segundo Plan de Acción Mundial es garantizar la conservación de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura o Recursos Genéticos Agrícolas (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 primera se define como “la conservación de componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales”, mientras que la conservación *in situ* se 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” (ONU, 1992).

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 mejoramiento genético; 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 la conservación *ex situ* (Jarvis *et al.*, 2006, Pezoa, 2001). Una conservación efectiva y eficiente, requiere de aplicar la conservación *ex situ* en combinación con la conservación *in situ*.

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 agrícolas (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 agrícolas 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).

Después de publicar el Tercer Informe Nacional de los recursos Fitogenéticos de México en el año 2020 (SNICS, 2020), se plantea en este documento las líneas de acción para atender la problemática detectada en el área de conservación *in situ*, en el ámbito de las competencias de las diferentes instituciones.

DIAGNÓSTICO

Con base en las encuestas realizadas a diferentes actores relacionados con los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura o Recursos Genéticos Agrícolas (RFAA) y a la experiencia plasmada por especialistas en el área de conservación *in situ*, en el informe de país 2020 (SNICS, 2020), se reporta que 80 instancias trabajan en algún programa o proyecto relacionado con el manejo y mejoramiento de RFAA en fincas de agricultores o sobre conservación y manejo *in situ* de especies silvestres afines de las cultivadas o especies silvestres comestibles. Durante el periodo que cubrió el diagnóstico participaron 215 profesionistas en 215 programas o proyectos. En comparación con el informe 2006 (Molina y Córdova, 2006), el número de instancias que trabajaron en proyectos de conservación, manejo y mejoramiento *in situ* de los RFAA, se incrementó en 27 % hasta el año 2019, y el número de profesionistas y proyectos se incrementó 2.4 veces. Lo anterior se atribuye, entre otras, a la implementación del programa de atención denominado “Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI)” que operó con recursos financieros del 2002 al 2014.

En el periodo 2006 a 2019, se realizaron 2,261 estudios e inventarios que atendieron a 1,601 especies; 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 1,466 especies, en tanto en los segundos, se estudiaron sólo 27 familias, 59 géneros y 135 especies.

Tomando en cuenta la diversidad de familias reportadas en México, sólo se han estudiado o inventariado el 17.8 %, y el 6.4 % de las especies. Las especies de las familias Asparagaceae y la Cactaceae fueron las más estudiadas o inventariadas con 80 y 42 %, respectivamente.

Los estudios de inventario realizados permitieron identificar que 444 especies se encuentran en situación de riesgo. Bajo esta condición se detectaron 392 especies en riesgo en las áreas naturales y 52 especies en los sistemas agrícolas tradicionales. Las especies más amenazadas se encuentran dentro de la familia Cactaceae (45.6 %), Asparagaceae (11.9 %) y Orchidaceae (9.9 %). Esto coincide con lo señalado por Goettsch *et al.* (2021), que es importante considerar acciones urgentes de estudio, conservación y utilización de los parientes silvestres de México, debido a que se encuentran amenazados o en riesgo de extinción.

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 en el periodo de 2012 a 2019, se estudiaron un total de 27 familias botánicas, que engloban 135 especies. Se estima que existen más de 2,000 especies silvestres afines a las cultivadas o silvestres comestibles (SNICS, 2020). Esta cantidad es superior a las 150 especies señaladas en el informe de 2006 (Molina y Córdova, 2006). Sin embargo, la cantidad de familias es significativamente menor a las familias reportadas, ya que para los sistemas agrícolas tradicionales se generó una lista de 62 familias en el informe 2020. El número de especies silvestres afines de las cultivadas y plantas silvestres comestibles se incrementó debido a la información proporcionada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) para la elaboración de dicho informe, mismas que están incluidas en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB).

Existen carencias de atención de especies para la alimentación y la agricultura originarias de México, adicionalmente hay especies introducidas que debido a los años presentes en el territorio mexicano han desarrollado ecotipos con características deseables en cuanto a resistencias a plagas y enfermedades o bien con adaptaciones a zonas agroecológicas específicas; por lo cual, se requiere ampliar el número de especies atendidas de forma coordinada para realizar estudios de inventario.

Los estudios de inventario realizados aún no abarcan todas las zonas geográficas donde se ha reportado la presencia de riqueza genética o abundancia de las especies; en este sentido, es necesario realizar una evaluación por especie de las zonas geográficas donde ya se han realizado estudios de inventario y diseñar una estrategia metodológica que permita ampliar la cobertura de especies y zonas agroecológicas; para lo cual se puede apoyar de revisiones de herbario y de los estudios de inventario documentados.

Existe la necesidad de continuar con la estrategia implementada en el marco del SINAREFI, para dar continuidad a las acciones de coordinación interinstitucional e interdisciplinaria, que permitan aplicar estrategias con un uso eficiente del capital humano, infraestructura instalada y recursos económicos, y en consecuencia evitar la duplicidad de esfuerzos.

Durante el periodo 2006-2020 se realizaron 215 programas, proyectos, cursos o talleres sobre manejo y mejoramiento participativo de RFAA; el 60 % de estos atendió de 1 a 3 líneas prioritarias del Segundo Plan de Acción Mundial, 30 % entre 4 y 6 líneas prioritarias y el 10 % restante entre 7 y 11 líneas prioritarias. Se estima que 24,134 agricultores participaron en los programas, proyectos, cursos o talleres sobre manejo y mejoramiento. Del total de programas, proyectos, cursos o talleres sobre manejo y Mejoramiento Participativo de RFAA, sólo 30 (14 %) de ellos incluían trabajos de mejoramiento de cultivos en las fincas de los agricultores o Mejoramiento Participativo de RFAA; los proyectos fueron desarrollados por 80 partes interesadas.

La información recabada de las partes interesadas en el periodo de 2012 a 2019 referente a los proyectos de investigación con el enfoque de mejoramiento de cultivos en las fincas de los agricultores o Mejoramiento Participativo, con el objetivo de obtener variedades que mejoren las deficiencias de los criollos o materiales nativos originales, se enfocaron en su mayoría al cultivo del maíz, aunque existen algunas experiencias en amaranto, algodón, cacao, nogal, sapotáceos y vainilla. En este sentido, aún es poco el trabajo que se ha realizado en México con el enfoque de Mejoramiento Participativo.

En el territorio se tienen detectadas 55 zonas geográficas donde se han realizado estudios de diversidad de algún cultivo o grupo de cultivos; se reportan acciones en materia de diversidad para 38 cultivos diferentes, para estos cultivos se tienen identificadas 37 zonas geográficas de alta diversidad, además el 50 % de la superficie del área de estudio se cultiva con variedades nativas. Todos los datos reportados son del periodo 2015-2019.

Para remediar los problemas de desastres naturales, se distribuyeron a los agricultores 1,261 muestras de semilla de variedades de los agricultores/variedades nativas de 45 cultivos; cabe señalar, que de las variedades distribuidas, 639 corresponden al cultivo de maíz, 200 a nopal, 82 a café, 35 de chabacano, 28 de orquídeas, 22 de tomate de cáscara, 20 de aguacate y el resto de los 38 cultivos a 18 variedades.

ACTIVIDADES PRIORITARIAS

Luego del Segundo Informe Mundial sobre Recursos Fitogenéticos, al interior de la Comisión de Recursos Genéticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se incrementó el interés por adaptar las acciones prioritarias con base en las características propias de cada país y el avance en torno al Plan Mundial de Acción (FAO, 2011). Para ello los responsables de los países han propuesto modificaciones que les benefician sin contradecir la esencia del Plan de Acción Mundial de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO.

En el plano nacional, desde el 2002 México a través de la entonces Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), hoy Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA), y con el apoyo del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) implementaron el programa denominado Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), con lo cual se inició el financiamiento de grupos de trabajo denominados “Redes” por cultivo, grupo de cultivos y/o temática en Recursos Fitogenéticos para realizar actividades en torno a las áreas del Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (Gózales-Santos *et al.* 2015; Córdova-Téllez *et al.* 2018). Desde entonces las Redes Nacionales formadas contemplaron para su trabajo las 20 actividades prioritarias de las cuatro áreas principales, a saber: Conservación y manejo *in situ*, Conservación *ex situ*, Utilización sostenible y Creación de capacidades institucionales y humanas.

El área de conservación *in situ* contempla cuatro actividades prioritarias y una serie de indicadores. Esta información se consideró como base para elaborar el Tercer Informe Nacional de Recursos Fitogenéticos de México (SNICS, 2020).

Actividad prioritaria 1: Estudio e inventario de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA).

Indicadores:

- Número de RFAA que han sido objeto de encuestas o inventario.
- Porcentaje de los RFAA objeto de encuestas o inventario que se encuentran amenazados.

Actividad prioritaria 2: Apoyo al manejo y mejoramiento en fincas de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Indicadores:

- Número de agricultores que participan en actividades de manejo y mejoramiento en fincas de los RFAA.
- Porcentaje de superficie cultivada con variedades de los agricultores/variedades nativas en zonas de gran diversidad y/o en situación de riesgo elevado.
- Número de variedades de los agricultores/variedades nativas suministradas por bancos de germoplasma locales o nacionales a los agricultores (de forma directa o mediante intermediarios).

Actividad prioritaria 3: Asistencia a los agricultores en casos de catástrofe para restablecer los sistemas de cultivo.

Indicadores:

- Número de familias que recibieron semillas para plantar como ayuda tras situaciones de catástrofe.
- Porcentaje de semillas producidas a escala local sobre el total de las que se proporcionaron en intervenciones de respuesta a catástrofes.
- Existencia de políticas de manejo de riesgos de catástrofes para restablecer los sistemas de cultivo que comprendan disposiciones de seguridad en materia de semillas.

Actividad prioritaria 4: Promoción del manejo *in situ* de las especies silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres comestibles.

Indicadores:

- Porcentaje de sitios nacionales de conservación *in situ* con planes de manejo para las especies silvestres afines de las cultivadas y plantas silvestres comestibles.
- Número de acciones de conservación y manejo *in situ* de especies silvestres afines de las cultivadas y plantas silvestres comestibles que cuentan con apoyo institucional.
- Número de especies silvestres afines de las cultivadas y de plantas silvestres comestibles que se conservan *in situ* de forma activa.

Actividad prioritaria 1. Estudio e inventario de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura

Situación actual

En el Tercer Informe Nacional de 2020, se reportaron 2,261 estudios e inventarios que atendieron a 1,601 especies; 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 1,466 especies, en tanto que en los segundos, se estudiaron sólo 27 familias, 59 géneros y 135 especies. Se realizaron estudios en las especies de los géneros *Agave*, *Amarathus*, *Annona*, *Cap-sicum*, *Chenopodium*, *Crataegus*, *Cucurbita*, *Euphorbia*, *Gossypium*, *Helianthus*, *Ipomoea*, *Jatropha*, *Manihot*, *Manilkara*, *Persea*, *Phaseolus*, *Physalis*, *Pouteria*, *Solanum*, *Spondias*, *Teobroma*, *Tillandsia*, *Vainilla* y *Zea*; así como un gran número de especies de las familias Orchidaceae, Cactaceae, Fabaceae, Asparagaceae y Poaceae. Tomando en cuenta la diversidad de familias reportadas en México, sólo se han estudiado o inventariado el 17.8 %, y el 6.4 % de las especies; las especies de las familias Asparagaceae y la Cactaceae fueron las más estudiadas o inventariadas con 80 y 42 %, respectivamente.

Los estudios de inventario realizados permitieron identificar que 444 especies se encuentran en situación de riesgo. Bajo esta condición se detectaron 392 especies en riesgo en las áreas naturales y 52 especies en los sistemas agrícolas tradicionales. Las especies más amenazadas se encuentran dentro de la familia Cactaceae (45.6 %), Asparagaceae (11.9 %) y Orchidaceae (9.9 %). Cabe señalar que estos estudios o inventarios de los RFAA fueron realizados bajo una estrategia que estableció el programa SINAREFI y por la CONABIO.

Durante el periodo se reportan 423 estudios de inventario de especies en situación de riesgo, de los cuales solo 265 reportan la zona geográfica donde se encuentran en situación de riesgo las especies inventariadas; también solo en 156 estudios de inventario se identifican variedades de los agricultores en situación de riesgo.

Con base en la información recabada a nivel nacional, se detectaron estudios o inventarios *in situ*, en un total de 52 familias botánicas; se observó que, la cantidad de géneros estudiados aumentó considerablemente, pasando de 65 a 207 géneros de 2006 a 2020. 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.

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 2012 a 2019, se estudiaron un total de 27 familias botánicas, englobando 135 especies.

Objetivo

1. Realizar estudios e inventarios de los Recursos Fitogenéticos cultivados y silvestres, con la finalidad de conservarlos *in situ* en forma adecuada y realizar un aprovechamiento racional que beneficie a las comunidades rurales.

Actividades

- I. Atender de manera urgente a las especies amenazadas, tanto silvestres, como cultivadas, mediante acciones de estudio e inventario, caracterización, multiplicación de semillas y conservación en sus hábitats naturales o áreas agrícolas.
- II. Diseñar una estrategia nacional de trabajo para realizar el estudio de la riqueza de especies cultivadas, subutilizadas y silvestres.
- III. Diseñar un sistema nacional de documentación de todos los estudios de la diversidad que se realicen a nivel nacional.
- IV. Fortalecer los sistemas nacionales de inventario de los RFAA disponibles en México.
- V. Crear un sistema nacional de información de los RFAA existentes en México.

Actividad prioritaria 2: Apoyo al manejo y mejoramiento en fincas de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Situación actual

En el tercer informe de país se reporta que se realizaron 215 programas, proyectos, cursos o talleres sobre manejo y mejoramiento participativo de RFAA; el 60 % de estos atendió de 1 a 3 actividades prioritarias del Segundo Plan de Acción Mundial de los RFAA, 30 % entre 4 y 6 actividades prioritarias y el 10 % restante entre 7 y 11 actividades prioritarias. Se estima que 24,134 agricultores participaron en los programas, proyectos, cursos o talleres sobre manejo y mejoramiento.

Del total de programas, proyectos, cursos o talleres sobre manejo y mejoramiento participativo de RFAA, sólo 30 (14 %) de ellos incluían trabajos de mejoramiento participativo de cultivos en las fincas de los agricultores, que fueron desarrollados por 80 partes interesadas.

La información recabada de las partes interesadas en el periodo de 2012 a 2019 referente a los proyectos de investigación con el enfoque de mejoramiento de cultivos en las fincas de los agricultores o Mejoramiento Participativo, con el objetivo de obtener variedades que mejoren las deficiencias de los criollos o materiales nativos originales, se enfocaron en su mayoría al cultivo de maíz, aunque existen algunas experiencias con amaranto, algodón, cacao, nogal, sapotáceas y vainilla.

Es poco el trabajo realizado con un enfoque de Mejoramiento Participativo en diferentes cultivos, la mayor parte se ha realizado con maíz y con pocos agricultores participantes. Mediante este enfoque de trabajo se pueden lograr mejores resultados en la selección de variedades bien adaptadas a los diferentes nichos ecológicos del país.

Objetivo

Impulsar el manejo y mejoramiento *in situ* de los cultivos de importancia económica y cultural para el país.

Actividades

- I. Para lograr mejores resultados en los procesos de investigación y desarrollo de las comunidades agrícolas de México, se deben involucrar a los productores en la toma de decisiones. Se debe incrementar el número de cultivos bajo el esquema de Mejoramiento Participativo, así como el número de agricultores involucrados.
- II. Incluir en los procesos de Mejoramiento Participativo a especies forestales, frutales, flores nativas, plantas medicinales y hongos, entre otros.
- III. Diseñar una estrategia de capacitación para investigadores, docentes, técnicos y productores sobre Mejoramiento Participativo.
- IV. Capacitar, con metodologías sencillas de Mejoramiento Participativo, a productores de maíz, frijol y calabaza, así como de otros cultivos de importancia económica.

Actividad prioritaria 3: Asistencia a los agricultores en casos de catástrofe para restablecer los sistemas de cultivo

Situación actual

En el informe nacional 2020, se registró que 15 instancias atendieron 26 zonas del país afectadas por algún desastre natural; el 73 % fueron atendidas por instancias de la región Centro Sur de México, caso contrario de la región Noreste donde no se informó 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 en Cuautitlán de García de Barragán, Jalisco, en el cultivo de maíz; 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 banderita 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, y se dañó el cultivo de chíá; y en Conkal, Yucatán, se presentó un incendio que ocasionó pérdidas en el cultivo de Zapote Mamey.

Con la finalidad de restablecer los sistemas agrícolas afectados por catástrofe se entregaron a los agricultores 23.7 toneladas de semilla para los cultivos de maíz, frijol, calabaza, pasto banderita, tomate de cáscara, chíá y garbanzo; también se entregaron 50,000 plantas de café, 100 de vainilla y 64 de zapote mamey. Las semillas y material de propagación entregados a los agricultores en 20 eventos de catástrofe provienen de Bancos de Germoplasma Comunitario, Regionales o Nacional; con esta intervención se benefició a un total de 5,547 hogares.

Se realizaron 18 estudios para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores y seis estudios para evaluar el impacto de la catástrofe en los sistemas de semillas de los agricultores.

Como parte de las políticas públicas para el manejo de riesgos de desastres naturales para restablecer los sistemas de cultivos, el SNICS, a través del Programa estratégico 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; logrando instalar 26 BCS, distribuidos en 10 estados del país (Aguirre *et al.*, 2018; Aragón-Cuevas 2016; Vera *et al.*, 2016); para el informe solo 16 bancos Comunitarios de Semillas proporcionaron información (62 %). 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 estas actividades participaron 681 personas, de los cuales el 71 % fueron hombres y el 29 % mujeres.

Objetivo

Diseñar una estrategia nacional para remediar los efectos de los desastres naturales hacia los Recursos Fitogenéticos de México.

Actividades

- I.** Impulsar el establecimiento de 400 bancos comunitarios de semillas en el país en las áreas de alta diversidad genética y alta vulnerabilidad de desastres naturales. Los bancos comunitarios deben conservar la diversidad de importancia local y deben incluir especies forestales, medicinales, flores, frutales, etc. Los 26 BCS que existen actualmente en México, son insuficientes para atender casos de desastres en un país tan grande.
- II.** Crear una Red de bancos comunitarios para facilitar el intercambio de semillas.
- III.** Construir una plataforma digital que difunda la diversidad que conservan los BCS y los productos que ofrecen los productores y productoras para el consumo de la sociedad civil que vive en las ciudades.
- IV.** Elaborar un mapa de riesgos de los diferentes problemas que afectan a los recursos fitogenéticos.
- V.** Producir semilla en volúmenes suficientes de las especies amenazadas o en peligro de extinción, para remediar daños ambientales o humanos.
- VI.** Disponer de fondos de semillas en cantidades suficientes para remediar rápidamente algún daño a las semillas por efectos climáticos o biológicos.
- VII.** Sensibilizar a los gobiernos a nivel municipal, estatal y federal para que apoyen con recursos económicos la producción de semillas de interés comunitario para su conservación y uso.
- VIII.** Gestionar a través del Programa Nacional de Semillas el apoyo económico para el funcionamiento de los BCS.
- IX.** Reactivar y fortalecer el apoyo a los custodios del maíz en México para la conservación *in situ* de esta importante especie para el país.

Actividad prioritaria 4: Promoción del manejo *in situ* de las especies silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres comestibles

Situación actual

Actualmente se reconocen 182 sitios de conservación *in situ* (Área Natural Protegida, Unidad de Manejo Ambiental u otros)¹; de los cuales 120 cuentan con planes de manejo para las especies silvestres afines de las cultivadas y especies silvestres comestibles.

Se realizaron 46 programas, proyectos o actividades, que se llevaron a cabo de la siguiente manera: 23 en especies silvestres afines de las cultivadas, 10 en especies silvestres afines de las cultivadas y plantas silvestres comestibles, y 13 en plantas silvestres comestibles. Además, se reportaron trabajos en 221 especies silvestres afines de las cultivadas; 2,016 especies silvestres afines de las cultivadas y plantas silvestres comestibles, y 22 plantas silvestres comestibles.

Se realizaron 46 programas, proyectos o actividades durante el periodo en relación con la conservación y el manejo *in situ* de especies silvestres afines de las cultivadas y especies silvestres comestibles; la estimación del número de especies silvestres afines de las cultivadas y de plantas silvestres comestibles que se conservan *in situ* de forma activa en el país es de 2,259 especies. Este número de especies es superior al reportado en el informe 2006 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).

Objetivo

Promover el estudio y manejo *in situ* de los parientes silvestres y plantas silvestres comestibles.

¹ CONANP, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2019) Territorio de conservación. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Ciudad de México, México. [https://www.gob.mx/conanp/articulos/territorio-de-conservacion#:~:text=Actualmente%20existen%20182%20%C3%81reas%20Naturales%20Protegidas%20\(ANP\)%20Federales%20administradas%20por,de%2091%20millones%20de%20hect%C3%A1reas.\(Enero%202020\)](https://www.gob.mx/conanp/articulos/territorio-de-conservacion#:~:text=Actualmente%20existen%20182%20%C3%81reas%20Naturales%20Protegidas%20(ANP)%20Federales%20administradas%20por,de%2091%20millones%20de%20hect%C3%A1reas.(Enero%202020))

Actividades

- I.** Impulsar el conocimiento y conservación de los parientes silvestres de las especies de importancia económica para evitar su pérdida por diversos factores antropogénicos y ambientales.
- II.** Atender familias taxonómicas, géneros o especies poco estudiadas, que tienen usos distintos a los alimenticios o que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo o peligro de extinción.
- III.** Desarrollar el procedimiento para el registro de variedades nativas de maíz con fines de protección, producción de semilla Calificada a nivel local y uso sostenible en las comunidades rurales.
- IV.** Producir semillas de variedades nativas sobresalientes detectadas por investigadores o generadas por productores u organizaciones civiles para proveer una semilla de calidad a los agricultores para la siembra.
- V.** Promover las variedades nativas y especies subutilizadas.
- VI.** Gestionar mayores recursos económicos para que la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas realice la supervisión, estudio y conservación de las especies bajo su resguardo.
- VII.** Sensibilizar a las comunidades agrarias del país para que destinen voluntariamente áreas de su territorio a la conservación.
- VIII.** Elaborar una metodología para el monitoreo *in situ* de especies silvestres afines de las cultivadas y especies silvestres comestibles.
- IX.** Realizar una recolección sistemática en todo el país de especies silvestres afines de las cultivadas y especies silvestres comestibles preservadas *in situ* para su conservación *ex situ*.
- X.** Implementar estrategias para la conservación *in situ* de especies silvestres afines de las cultivadas y especies silvestres comestibles.
- XI.** Impulsar una coordinación interinstitucional para el estudio, caracterización, conservación y utilización de los parientes silvestres de cultivos de importancia económica en México para evitar su extinción causada por desastres naturales o intervención humana.



LITERATURA CITADA

- Aguirre G., J. A., G. J. A. Hernández, C. L. Sahagún, P. R. Ortega, C. F. Aragón, A. L. Dzib, O. De la O, H. M. R. García, M. N. O. Gómez, C. O. B. Pérez y M. R. Esparza (2018)** Conservación y manejo in situ. In: Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad de maíces nativos de México. Ramírez-Galindo, J., y R. González-Santos (Eds). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. México. pp 6-33.
- Aragón-Cuevas, F. (2016)** Bancos comunitarios de semillas en Oaxaca. In: Bancos Comunitarios de Semillas: Orígenes, Evolución y Perspectivas. Vernooy, R., P. Shrestha, B. Sthapit, M. Ramírez (Eds). Bioersity International, Lima, Perú. pp: 136-139.
- Bernal C., D. R. (2013)** El acceso a recursos genéticos en pueblos indígenas y el Convenio de Diversidad Biológica. *Civilizar* 13: 47-62, <http://www.scielo.org.co/pdf/ccso/v13n24/v13n24a04.pdf>
- Córdova-Téllez L., R. González-Santos, E. Padilla-Vaca, J. M. Chávez-Bravo (2018)** Acciones del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS-SAGARPA) para el desarrollo del campo mexicano. *Agroproductividad*. 11: 3-8. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/231>
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011).** Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Comisión de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. Roma, Italia. 104 pp. <https://www.fao.org/3/i2624s/i2624s.pdf>
- Goettsch, B., T. Urquiza-Haas, P. Koleff, G. F. Acevedo, A. Aguilar-Meléndez, V. Alavez, G. Alexandre-Iturbide, F. Aragon-Cuevas, C. Azurdia-Pérez, J. A. Carrera, G. Castellanos-Morales, G. Cerén, A. R. Contreras-Toledo, M. E. Correa-Cano, L. De la Cruz, D. G. Debouck, A. Delgado-Salinas, E. P. Gomez-Ruiz, M. González-Ledesma & R. K. B. Jenkins (2021)** Extinction risk of Mesoamerican crop wild relatives. *Plants, People, Planet*, 3:775–795, <https://doi.org/10.1002/ppp3.10225>
- González-Santos R., J. Cadena-Iñiguez, F. J. Morales-Flores, V. M. Ruiz-Vera, J. Pimentel-López, A. Peña-Lomelí (2015)** Model for the conservation and sustainable use of plant genetic resources in México. *Wulfenia Journal* 22: 333-353. https://www.researchgate.net/profile/Aureliano-Pena-Lomeli/publication/291345420_MODEL_FOR_THE_CONSERVATION_AND_SUSTAINABLE_USE_OF_PLANT_GENETIC_RESOURCES_IN_MEXICO/links/56a1202b08ae24f62701ef16/MODEL-FOR-THE-CONSERVATION-AND-SUSTAINABLE-USE-OF-PLANT-GENETIC-RESOURCES-IN-MEXICO.pdf
- Jarvis, D.I., L. Myer, H. Klemick, L. Guarino, M. Smale, A. Brown, M. Sadiki, B. Sthapit and T. Hodgkin (2006)** Guía de Capacitación para la Conservación *in situ* en Fincas. Versión 1. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Roma, Italia. Pp 2-11.
- Molina M., J. C y L. T. Córdova (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, <https://www.fao.org/3/i1500e/Mexico.pdf>
- ONU, Organización de las Naciones Unidas (1992)** Convenio sobre la diversidad biológica. Organización de las Naciones Unidas, Roma, Italia. <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Pezoa, A. (2001).** Estrategias de Conservación de la Diversidad Biológica. In: Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Squeo, F.A.; G. F.A. Arancio, J. R. Gutiérrez (Eds) Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. pp: 273-280.
- SNICS. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (2020).** Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura 2020. Ciudad de México. 319 pp. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/667538/Informe_Nacional_RFAA.pdf
- Vera S., K. S, S. R. González y C. F. Aragón (2016)** Bancos comunitarios de semillas en México: Una estrategia de conservación in situ In: Bancos Comunitarios de Semillas: Orígenes, Evolución y Perspectivas. Vernooy, R., P. Shrestha, B. Sthapit, M. Ramírez (Eds). 2016. Bioersity International, Lima, Perú. pp: 248-253.



CONSERVACIÓN *EX SITU*

INTRODUCCIÓN

Los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura 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, así como, de los fitomejoradores (FAO, 2011). La conservación y uso sostenible de estos recursos, se debe realizar de manera estratégica y planificada para favorecer la producción agrícola, así como, hacer frente a otros desafíos ambientales, como el cambio climático global².

La conservación es considerada una disciplina que se dedica a la preservación, rescate, mantenimiento, estudio y utilización del patrimonio que representa la biodiversidad (Pearce y Moran, 2001). La conservación se puede realizar en dos modalidades: *in situ* y *ex situ*, que son complementarias y permiten garantizar la conservación del patrimonio genético de las especies y sus poblaciones, en el mediano y largo plazo (Pezoa, 2001).

El ámbito de este capítulo se enfoca a la conservación *ex situ*, la cual se define como “la conservación de muestras genéticamente representativas de las especies o cultivos, que se mantienen viables a través del tiempo, fuera de sus hábitats naturales o lugares de cultivo, en ambientes controlados y con el apoyo de tecnologías adecuadas” (Frankel y Soulé, 1992).

A nivel mundial la conservación *ex situ* ha sido la estrategia de conservación de recursos genéticos mayormente utilizada (Lascuráin *et al.*, 2009). Sin embargo, derivado de los Planes de Acción Mundial de 1996 y 2011, se han detectado oportunidades en el área y se realizan las adecuaciones requeridas. En México la situación ha sido similar a lo que sucede a nivel mundial y a través de los años se han atendido las estrategias plasmadas en los Planes de Acción Mundial para hacer más eficaz la conservación *ex situ*.

La principal estrategia que se aborda en la conservación *ex situ* incluye el uso de bancos de germoplasma que permiten conservar semillas de plantas, hongos y microorganismos (Lascuráin *et al.*, 2009). La conservación de semillas considera mayormente las ortodoxas, mediante su resguardo en contenedores herméticos a bajas temperaturas, tejidos mediante técnicas de crio-conservación; así mismo, se tienen colecciones de propágulos vegetativos y cultivo de tejidos *in vitro*, entre otros. En menor medida la conservación *ex situ* se realiza a través de bancos de germoplasma en campo, principalmente de especies

² SNICS, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (2020) Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Ciudad de México, México. <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/que-son-los-recursos-fitogeneticos-para-la-alimentacion-y-la-agricultura> (Marzo 2020)

que producen semilla del tipo recalcitrante y especies perenes y que su conservación se dificulta en las otras técnicas señaladas con antelación; también se considera la estrategia de los jardines botánicos, que incluyen colecciones de plantas ordenadas con diferentes criterios científicos en razón de su parentesco y otros parámetros (FAO, 2013a).

La caracterización y evaluación de las accesiones que se conservan *ex situ*, son actividades sustanciales para detectar duplicados entre las colecciones, así como, identificar genotipos con características sobresalientes para su aprovechamiento a través del mejoramiento y/o producción (Engels and Visser, 2007).

La finalidad de este capítulo es proponer una serie de recomendaciones y acciones que favorezcan la conservación *ex situ* y permitan que los recursos genéticos sean conservados y utilizados sosteniblemente.

DIAGNÓSTICO

México es considerado un país “megadiverso”, ya que forma parte del selecto grupo de naciones poseedoras de la mayor diversidad de animales y plantas, con casi el 70 % de la diversidad mundial de especies (considerando los grupos más conocidos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos y plantas vasculares) (CONABIO, 2020; Zizumbo & Colunga, 2010; Ferreira, *et al.* 2005). Al interior de esta megadiversidad, se encuentran los Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, los cuales tienen un alto valor de uso, pues constituyen reservorios de diversidad genética que utilizada de manera óptima llega a ser una herramienta con capacidad para incrementar la productividad de los cultivos y proporcionar genes de resistencia para hacer frente a las emergencias derivadas del cambio climático (FAO, 2016). Para la conservación y utilización sostenible de estos recursos, es necesario planear estratégicamente para favorecer las acciones referidas. A nivel mundial los documentos de referencia son denominados Plan de Acción Mundial (FAO, 1996) y Segundo Plan de Acción Mundial (FAO, 2011), en este último documento se establece una serie convenida de medidas y planes prioritarios que pueden proteger nuestro amplio y variado conjunto de recursos genéticos, así mismo, se hace patente la necesidad de conservar y utilizar de forma sostenible la diversidad fitogenética mundial, debido a que el mundo se enfrenta a numerosos desafíos y esa diversidad es la base de la seguridad alimentaria.

En México se han realizado dos informes referentes al estado de los recursos fitogenéticos (Molina y Córdova, 2006; SNICS, 2020). El último informe (SNICS, 2020), permite realizar una comparación de los avances que se han tenido en la conservación y utilización de los recursos referidos, al mismo tiempo, se detectan problemáticas y carencias en las actividades relacionadas con la conservación y utilización de los recursos genéticos y permite realizar el diagnóstico de estos recursos, por ello estos informes son el punto de partida de lo que se plantea en este documento y que de manera conjunta conforma el Plan Nacional de Acción para atender los Recursos Genéticos Agrícolas en México 2021-2024.

En el Informe Nacional sobre el estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SNICS, 2020), se refiere que en la conservación *ex situ* participan 126 instancias y/o instituciones, con 190 profesionistas que tienen a su cargo alguna estrategia de conservación o proyecto, de éstas, 55 instituciones reportaron necesidad de realizar colecta 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). También se menciona que 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 Mundial de Información y Alerta Rápida sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO (WIEWS por sus siglas en inglés). 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 del 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.

ACTIVIDADES PRIORITARIAS

En el segundo Plan de Acción Mundial se establece una racionalización de las acciones prioritarias, lo cual permite reducir su número de 20 en el Plan Nacional de Acción de 1996 (FAO, 1996) a 18. Una parte de las acciones que se conjuntaron se encuentran dentro del área de Conservación *ex situ*, anteriormente se tenían las actividades prioritarias 5 y 8 correspondientes a Mantenimiento de las colecciones *ex situ* existentes y ampliación de las actividades de conservación *ex situ*, respectivamente, y se fusionaron para crear la acción 6 denominada Mantenimiento y ampliación de la conservación *ex situ* de germoplasma. Cada una de estas actividades considera un número determinado de indicadores (FAO, 2013b) para el seguimiento de la aplicación del Segundo Plan de Acción Mundial, establecidas en la 14^a Reunión ordinaria de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CRGAA) por parte de los países miembros como se describe a continuación:

Actividad prioritaria 5: Apoyo a la recolección selectiva de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Indicadores:

- Existencia de una estrategia para detectar carencias en las colecciones nacionales de germoplasma y para subsanar dichas carencias mediante misiones de recolección selectiva.
- Número de muestras procedentes de las misiones de recolección selectiva en el país.
- Número de cultivos conservados en el (los) banco(s) de germoplasma que requieren recolección selectiva.

Actividad prioritaria 6: Mantenimiento y ampliación de la conservación *ex situ* de germoplasma

Indicadores:

- Tendencia de la capacidad anual para mantener las colecciones *ex situ*.
- Número de especies conservadas *ex situ* en condiciones de medio o largo plazo.
- Número de accesiones conservadas *ex situ* en condiciones de medio o largo plazo.
- Porcentaje de accesiones *ex situ* con duplicación de seguridad.

Actividad prioritaria 7: Regeneración y multiplicación de las muestras *ex situ*

Indicadores:

- Porcentaje de accesiones *ex situ* cuya regeneración es necesaria y para la cual no existe presupuesto.
- Número de accesiones *ex situ* regeneradas y multiplicadas.
- Porcentaje de accesiones *ex situ* que necesitan regeneración.

El seguimiento y cumplimiento de estos indicadores es parte de los acuerdos que México como parte de los países miembros de la CRGAA asumió con la finalidad de dar cumplimiento al Segundo Plan de Acción Mundial. Por lo anteriormente expuesto, en este apartado se desarrollan las acciones prioritarias 5, 6 y 7, partiendo del análisis de sus antecedentes y culminando con las actividades sugeridas (en concordancia con los indicadores sugeridos por la CRGAA) que permitan realizar la conservación *ex situ* de los Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de mejor manera.

Actividad prioritaria 5. Apoyo a la recolección selectiva de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura

Situación actual

En el periodo 2012-2019, el SNICS (2020), refiere la recolecta de 22,925 accesiones, correspondientes a 81 cultivos y una categoría de otros. De estas, 13,455 (59 %) corresponden a especies cultivadas, 9,131 (40 %) a especies silvestres afines a las cultivadas y 339 (1 %) a especies de cultivos minoritarios. Los cultivos con mayor número de accesiones son: maíz con 5,104, echeverias con 1,669, chile con 1,567, orquídeas con 1,528 y cactáceas con 1,135.

Las acciones de conservación *ex situ* las reportan 126 instancias relacionadas con la actividad, el 44 % de ellas, realizaron actividades de recolecta bajo un procedimiento de recolección selectiva, y consideran en la mayoría de los casos estrategias para la identificación de carencias en las colecciones de los cultivos, así como, para realizar expediciones de recolección selectiva.

La problemática detectada por el SNICS (2020), para la recolección selectiva considera: cobertura eco-geográfica incompleta, especies silvestre afines faltantes, cobertura incompleta de los taxones del mandato, variedades de los agricultores/variedades nativas conocidas faltantes, cobertura incompleta de resistencias a factores bióticos y abióticos, así como, variedades históricas faltantes. Así mismo, se refiere la necesidad de recolecta selectiva en 85 cultivos, destacan por su mayor frecuencia referida el maíz, frijol, cactáceas, chile, algodón, calabaza, orquídeas, agaves, aguacate y palma izote.

En el Foro Virtual Consulta para el Plan Nacional de Acción de Recursos Genéticos Agrícolas 2021-2024 realizado el 3 de septiembre de 2021, los asistentes indicaron que las principales debilidades del área de conservación *ex situ* son: descoordinación con las áreas de conservación *in situ*, aprovechamiento sustentable y creación de capacidades, así como, el alto requerimiento de recursos económicos para realizar las actividades que se requieren en los centros de conservación.

Objetivo

1. Realizar la recolecta y conservación de recursos genéticos agrícolas de manera focalizada para subsanar deficiencias, disminuir el riesgo inminente de pérdida de diversidad y favorecer las oportunidades de utilización de los mismos.

Actividades

- I. Focalizar colectas (nivel geográfico, especies sin coleccionar, usos especiales, especies sobresalientes por tolerancia a factores bióticos o abióticos, etc.). Esto permitirá mejorar la representatividad de la variación existente, así como, mayor atención a cultivos infrautilizados y especies silvestres afines a las cultivadas.
- II. Estandarizar protocolos para la recolecta y documentación de los recursos genéticos que serán sometidos a la conservación *ex situ*.

- III. Establecer una estrategia que garantice que las colectas que se realicen sean resguardadas en alguno de los bancos de germoplasma de la Red de Centros de Conservación y un duplicado de las mismas en el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG).
- IV. Fortalecer la vinculación y colaboración entre las instancias involucradas con las Áreas Naturales Protegidas y poder así coordinar acciones en la materia y recolecta selectiva para conservación *ex situ*. Así mismo, es necesario fortalecer la vinculación con los Jardines Botánicos existentes en el país.

Actividad prioritaria 6. Mantenimiento y ampliación de la conservación *ex situ* de germoplasma

Situación actual

El informe Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura que presenta el SNICS (2020), menciona que, en el año 2019, se reporta un total de 77,534 accesiones resguardadas en las diferentes estrategias de conservación *ex situ* y representa un incremento de 22,589 accesiones con respecto a lo reportado en 2006.

Las accesiones reportadas en 2019, se encuentran resguardadas en cuartos fríos (64,510), colecciones de campo (11,916), *in vitro* (603), crioconservación (123) y jardines botánicos (382). La Red de Centros de Conservación resguarda 64,210 (83 %) de las 77,534 accesiones. En el periodo 2012-2019, se recolectaron 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). El número de géneros en resguardo es de 440, comparado con solo 15 reportados en el año 2006.

Objetivo

1. Favorecer condiciones adecuadas para el resguardo del germoplasma de recursos genéticos agrícolas, así como, el flujo de información de lo que se conserva para tener mayores posibilidades de realizar su utilización sostenible.

Actividades

- I. Garantizar las condiciones de los espacios destinados al mantenimiento de las colecciones *ex situ*, así como, su regeneración y multiplicación.
- II. Fortalecer y promover métodos y técnicas avanzadas para la conservación *ex situ* (crioconservación, conservación *in vitro*, otros).
- III. Mejorar la capacidad de los espacios destinados a la conservación *ex situ*, en términos de recursos humanos, financieros y de infraestructura.
- IV. Incluir colecciones de ADN en las estrategias de conservación de la Red de Centros de Conservación, fortalecer el mantenimiento de los centros de conservación *in vitro* e incrementar el resguardo de especies en crioconservación.
- V. Promover las colecciones núcleo como estrategia de optimización de recursos.
- VI. Mantener las estrategias de operación incluidas en la Red de Centros de Conservación. Que considera:

- Semillas ortodoxas: un banco para la conservación a largo plazo (-18 °C) y cuatro para colecciones activas.
- Semillas recalcitrantes: tres bancos de campo en tres diferentes condiciones climáticas para conservación a mediano y largo plazo.
- Fomentar la utilización del sistema de documentación en los bancos de germoplasma, a través del BanGERMEX, que contiene la información de las accesiones en resguardo en los Bancos de Germoplasma de la Red de Centros de Conservación y que tiene como objetivo potenciar su uso por los productores e investigadores tanto de la iniciativa pública como privada.

Actividad prioritaria 7. Regeneración y multiplicación de las muestras *ex situ*

Situación actual

En el periodo 2012-2019, se reporta que 75 instancias realizaron actividades de regeneración y multiplicación de accesiones (SNICS, 2020). De las 77,534 accesiones resguardadas *ex situ*, particularmente de las más de 50 mil accesiones de semilla botánica, se regeneraron o multiplicaron 9,044 accesiones. Se han identificado 20,238 accesiones con necesidad de regeneración, pero no se cuenta con presupuesto para realizar esta labor en 19,954 accesiones, correspondientes principalmente a cultivos de maíz, chile y arroz (9,000 accesiones).

Objetivo

Promover acciones que permitan realizar de manera eficaz la regeneración y multiplicación de las muestras bajo conservación *ex situ*, que así lo requieran, a fin de que tengan la calidad y cantidad necesaria para su utilización.

Actividades

Realizar el duplicado de accesiones y/o colecciones de semillas (líneas endogámicas, variedades mejoradas, etc.) que se conservan en espacios de resguardo a corto plazo (cuartos fríos) para transferir a lugares destinados a mediano y largo plazo (CNRG).

Promover la regeneración y caracterización de manera conjunta. Así mismo, generar los protocolos para cada una de las actividades. Mediante las estrategias que se determinen, se debe promover que estos protocolos sean adoptados en primera instancia por los bancos de germoplasma de referencia nacional y aquellos que se les proporcione financiamiento para alguna de las actividades mencionadas.

Promover una red de centros de investigación que permita realizar la regeneración, multiplicación y caracterización de accesiones en las condiciones ambientales más parecidas a las de los orígenes de las mismas. Se sugiere utilizar la red de campos experimentales del INIFAP y otras instituciones con presencia nacional o regional.

Facilitar el acceso, disponibilidad y distribución del material conservado *ex situ*, todo ello conforme a la normatividad aplicable en la materia



LITERATURA CITADA

- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2020)** México megadiverso. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html>
- Engels, J.M.M. and L. Visser, (2007)** Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 6. Bioersivity International, Roma, Italia, 190 p.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (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. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. 64 p.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2011)** Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. 104 p. <https://www.fao.org/3/i2624s/i2624s.pdf>
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013a)** Normas para Bancos de Germoplasma de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Comisión de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 162 p. https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/learning_space/GeneBank_SPA_WebFile.pdf
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013b)** 14ª Reunión ordinaria de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Comisión de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación. CGRFA-14/13/Informe. Roma, Italia. 74 p. <http://www.fao.org/3/mg538s/mg538s.pdf>
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016)** Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura y la Nutrición. Comisión de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 4 p. <https://www.fao.org/3/i5049s/i5049s.pdf>
- Ferreira, M.A.J., M.V.S Wetzel, A.C.C. Valois y J. Macedo (2005)** El estado del arte de los recursos fitogenéticos en las américas, *Agrociencia*, IX: 85-90. <http://164.73.52.4/agrociencia/index.php/directorio/article/view/282/212>
- Frankel O. H. & M. E. Soulé. (1992)**. Conservation and Evolution. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra. 327 p.
- Lascuráin, M., R. List, L. Barraza, E. Díaz, F. Gual, M. Maunder, J. Dorantes y V. Luna (2009)** Conservación de especies ex situ, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp: 517-544. http://www2.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II2_Conservacion%20de%20especies%20ex%20situ.pdf
- Molina M., J. C y T. L. Córdova (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. 172 p. <https://www.fao.org/3/i1500e/Mexico.pdf>
- Pearce, D. y D. Moran (2001)** The economic value of biodiversity. Earthstar. Londres. Inglaterra. 172 p.
- Pezoa A. (2001)** Estrategias de Conservación de la Diversidad Biológica. In: Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Squeo F. A., G. Arancio y J. R. Gutiérrez (eds.). Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. pp: 273-280.
- SNICS, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (2020)** Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura 2020. Ciudad de México. 319 pp. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/667538/Informe_Nacional_RFAA.pdf
- Zizumbo V. D. & G. M. P. Colunga (2010)** Origin of agriculture and plant domestication in West Mesoamerica. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57: 813-825. <https://doi.org/10.1007/s10722-009-9521-4>



UTILIZACIÓN SOSTENIBLE

INTRODUCCIÓN

Los RFAA han ocupado uno de los lugares más preponderantes en los temas de debate de la sociedad desde hace unas cinco décadas (NAS, 1972), cuando la agricultura de tipo industrial se convirtió en actor importante como proveedor de alimentos para la sociedad, y este tema se ha ido profundizando conforme este tipo de agricultura ha ganado terreno.

La discusión sobre los RFAA se ha abordado desde perspectivas muy variadas, principalmente desde el punto de vista de la conservación, pero la motivación final es el valor de uso de dichos recursos como satisfactores de las necesidades primarias del ser humano, tales como alimentación, vestido y vivienda, es decir, todos los tópicos asociados con los recursos fitogenéticos carecerían de sentido si no se toma en cuenta el aspecto de utilización de los mismos (FAO, 2011; Aguirre *et al.*, 2018). En este tenor, la finalidad del presente capítulo es generar una serie de recomendaciones sobre la manera más eficiente de utilización de dichos recursos, tomando en cuenta el grado de conservación de los mismos, su abundancia y distribución derivadas de un diagnóstico nacional y analizada desde una perspectiva geográfica, etnobotánica y utilitaria, considerando las condicionantes ambientales y socioeconómicas de las diferentes regiones que componen el territorio nacional.

DIAGNÓSTICO

México es un país que aún preserva un amplio sector de agricultura de subsistencia, principalmente en áreas donde se practica agricultura de temporal; en esas condiciones, los recursos fitogenéticos son conservados y utilizados de manera directa por los agricultores (Turrent *et al.*, 2010, Toledo *et al.*, 2019); si bien no existen estadísticas oficiales obtenidas de manera directa sobre su prevalencia y nivel de uso en esas condiciones, se estima que este tipo de agricultura se realiza en 83 % de las unidades económicas rurales (SAGARPA, 2012), donde los principales cultivos son maíz, frijol, trigo, sorgo, café, caña de azúcar, naranja y alfalfa (SIAP, 2020; FAO, 2021), y aunque no tiene vínculos fuertes con el mercado, estos sistemas contribuyen con cerca del 50 % de la producción de alimentos valiéndose de la diversidad vegetal, ambiental y humana que ahí prevalece.

Los recursos vegetales que albergan en nuestro país, sin duda, tienen un alto valor de uso, pues constituyen reservorios de diversidad genética que utilizada de manera óptima llega a ser una herramienta con capacidad para incrementar la productividad de los cultivos y proporcionar genes de resistencia para hacer frente a las emergencias derivadas del cambio climático (FAO, 2011; García *et al.*, 2018). De manera desafortunada, diversas fuentes estiman que existe una declinación de estos recursos debido a razones de diversa índole, principalmente sociales al no otorgar a los agricultores suficientes incentivos, lo que está provocando migraciones masivas a los centros urbanos con el consecuente abandono de la actividad agrícola y con ello la pérdida de dicha diversidad (Castillo *et al.* 2006; Casas, 2019).

Dada la importancia de realizar un diagnóstico sobre su estado, se elaboró en fechas recientes un Informe Nacional sobre el estado que guardan los Recursos Fitogenéticos en México (SNICS, 2020), cuyos resultados servirán para hacer una planeación acerca de la forma más adecuada para optimizar su utilización de manera sostenible, partiendo de la premisa que la utilización de estos recursos constituye el motor principal para su propia conservación al proporcionar a sus poseedores y a los profesionales en la materia incentivos para conservarlos y también para acrecentar la diversidad existente.

La información recopilada en el informe Nacional de Recursos Fitogenéticos del año 2006 documentó en ese momento el uso de 229 especies de plantas cultivadas, 50 nativas y 179 introducidas (Lepiz y Rodríguez, 2006); sin embargo, de acuerdo con el informe nacional publicado sobre la misma materia en el año 2020, se incrementó la diversidad interespecífica, pues se registraron 256 especies, de las cuales 65 corresponden a cultivos nativos y 191 a especies de plantas introducidas; aunque se aprecia una diversificación de cultivos, se observa una tendencia hacia la introducción de especies más que hacia el uso de especie nativas. Entre las especies que incrementaron su superficie se pueden citar el aguacate, mango, zarzamora, frambuesa, fresa y arándano o mora azul, con alto valor de producción por unidad de superficie (SNICS, 2020).

En México el flujo de germoplasma 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 del banco de germoplasma internacional con operaciones en México (Banco de germoplasma del CIMMYT); las muestras de germoplasma son solicitadas principalmente por agricultores, organizaciones de productores, universidades y centros de investigación dentro del propio país. Este dinamismo se redujo con respecto a las cifras reportadas en el informe nacional anterior, elaborado en el año 2006 sobre esta materia, pues ahí se reporta un volumen de muestras distribuidas de 52,009 por los bancos nacionales (en ese informe no se consideró el banco de germoplasma del CIMMYT).

En México se realizan actividades para avanzar en el conocimiento de los recursos fitogenéticos y abrir posibilidades para acrecentar su uso potencial, el primer paso en el vínculo entre conservación y uso es precisamente la caracterización y evaluación del recurso fitogenético. Al respecto, se registraron actividades de caracterización en 157 especies cultivadas, con mayor dinamismo en las regiones Centro y Centro Sur del país; también, se realizaron 450 estudios de clasificación de los recursos fitogenéticos en las diferentes regiones del país, aunque fue en 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. Se identificó un grupo de 849 variedades de agricultores con potencial de comercialización promisorio, donde destaca nuevamente el cultivo de maíz.

Existen actividades de ampliación de la base genética de especies cultivadas; de 2012 a 2019 dichas actividades estuvieron focalizadas en 42 cultivos, así como actividades en 106 programas de premejoramiento, también en 42 cultivos, principalmente en maíz y chile; así mismo, se registró la introducción

de tres especies cultivadas provenientes de otros países, el uso de 14 especies silvestres recién domesticadas y su reintroducción en las diferentes regiones del país.

De acuerdo con el Informe 2020, existen en México 135 programas de mejoramiento genético, en los cuales se atendió 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. Se observa una declinación preocupante en la dinámica del mejoramiento genético con respecto al periodo que abarcó el Informe Nacional de Recursos Fitogenéticos del año 2006, en el que se reportaron 198 programas de mejoramiento genético. El sector público muestra una ralentización marcada, por lo que se recomienda enfáticamente impulsar este tipo de actividades en las instituciones públicas.

En México, aunque existe capacidad instalada suficiente para la producción y distribución de semillas de acuerdo con la demanda del mercado; es bien sabido que no se cubre la totalidad de la superficie agrícola con semilla que cumpla las normas de calidad, ya sea por cuestiones de mercadeo o porque en amplias superficies de temporal los agricultores cubren sus necesidades con la utilización de su propia semilla. Las instituciones del sector oficial tienen una participación muy limitada, 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 la utilización de semilla Certificada es más escasa.

ACTIVIDADES PRIORITARIAS

En el segundo Plan de Acción Mundial se establece una racionalización de las acciones prioritarias, lo cual permite reducir su número de 20 en el Plan Nacional de Acción de 1996 (FAO, 1996) a 18. Para el área de Utilización Sostenible se consideran cinco actividades estratégicas. Cada una de estas actividades considera un número determinado de indicadores (FAO, 2013) para el seguimiento de la aplicación del Segundo Plan de Acción Mundial, establecidas en la 14ª Reunión ordinaria de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CRGAA) por parte de los países miembros como se describe a continuación:

Actividad prioritaria 8: Incremento de la caracterización y evaluación y mayor desarrollo de subconjuntos específicos de colecciones para facilitar el uso

Indicadores:

- Número promedio de caracteres morfológicos caracterizados en cada accesión de las colecciones *ex situ*.
- Número de publicaciones sobre evaluación y caracterización molecular de germoplasma.
- Número de subconjuntos de colecciones relativos a una característica específica que se han publicado.
- Número de accesiones distribuidas por los bancos de germoplasma a los usuarios.
- Número de muestras distribuidas por los bancos de germoplasma a los usuarios.

Actividad prioritaria 9: Apoyo al fitomejoramiento, la potenciación genética y las actividades de ampliación de la base

Indicadores:

- Número de cultivos con programas públicos de premejoramiento y mejoramiento en activo.
- Número de cultivos con programas privados de premejoramiento y mejoramiento en activo.
- Número de fitomejoradores en activo en el sector público.
- Número de fitomejoradores en activo en el sector privado.
- Número de nuevas variedades autorizadas.

Actividad prioritaria 10: Promoción de la diversificación de la producción agrícola y aumento de la diversidad de los cultivos para una agricultura sostenible.

Indicadores:

- Número de programas, proyectos y actividades para aumentar la heterogeneidad genética de las especies cultivadas y la diversidad del agroecosistema.
- Número de nuevas especies cultivadas o silvestres puestas en cultivo.
- Número de variedades de los agricultores/variedades nativas suministradas a los agricultores por bancos de germoplasma locales o nacionales (de forma directa o mediante intermediarios).
- Número de cultivos conservados ex situ en condiciones de medio o largo plazo.

Actividad prioritaria 11: Promoción del desarrollo y comercialización de todas las variedades, principalmente las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas.

Indicadores:

- Número de programas, proyectos y actividades para promover el desarrollo y la comercialización de todas las variedades, principalmente las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas.
- Número de variedades de los agricultores/variedades nativas y especies infrautilizadas que presentan posibilidades de comercialización.
- Existencia de políticas nacionales que promuevan el desarrollo y la comercialización de todas las variedades, principalmente las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas.

Actividad prioritaria 12: Apoyo a la producción y distribución de semillas.

Indicadores:

- Número de nuevas variedades autorizadas.
- Número de empresas formales o registradas de semillas.
- El menor número de variedades que en total suman el 80 % del área total para cada una de las cinco especies más extensamente cultivadas.
- Porcentaje de superficie cultivada con semilla que cumple los niveles de calidad del sector formal de semillas para las cinco especies más extensamente cultivadas.
- Existencia de una política y una ley nacionales de semillas.

Actividad prioritaria 8. Incremento de la caracterización y evaluación de colecciones para facilitar el uso.

Situación actual

La caracterización y evaluación son actividades fundamentales que necesariamente deben estar integradas en un programa nacional de recursos fitogenéticos, pues proporcionan un puente eficaz entre la conservación y la utilización de los recursos fitogenéticos (Engels and Visser, 2007; FAO, 2011). De manera ideal, deben estar caracterizadas y/o evaluadas todas y cada una de las accesiones presentes tanto en los bancos de germoplasma como en otras modalidades de conservación *ex situ*, así como en los agroecosistemas que soportan la conservación *in situ*. México se encuentra notoriamente alejado de esta situación ideal; a pesar de que la caracterización se planteó como una actividad prioritaria en el Plan de Acción Nacional 2006, al fijarse como meta caracterizar el 100 % de las accesiones resguardadas. En el informe del año 2006 se estimaba que la proporción de accesiones caracterizadas estaba por debajo del 50 % del germoplasma conservado; además, en el periodo de 2012 a 2019 solamente fue posible caracterizar y/o evaluar 5,485 accesiones de las 77,353 totales bajo resguardo en el sistema mexicano, lo que representa apenas un 7 %; es decir, aún se tiene un amplio trecho que cubrir, lo cual es prioritario, pues si el material no se encuentra caracterizado o evaluado, no tendrá demanda por parte de los usuarios por desconocerse sus atributos, así sean éstos altamente favorables.

En el caso particular de la evaluación, no es realista plantear una cobertura del 100 % de las accesiones en resguardo, pues esta actividad se va planteando de acuerdo con la incidencia circunstancial de factores limitantes de la producción y se enfoca generalmente a búsquedas específicas de fuentes genéticas para afrontar un reto en particular de acuerdo con problemas concretos, o los intereses de los investigadores o de los productores agrícolas.

Un requisito que debe establecerse para llevar a cabo los estudios de caracterización es la aplicación de protocolos estandarizados tanto en el tipo y número de características, como en la forma y escalas de medición, con la finalidad de que la información sea comparable entre las diferentes iniciativas que se emprendan en diferentes regiones del país, e inclusive a nivel mundial, o entre accesiones de la misma especie colectadas en diferentes épocas; para ello, podrían adoptarse, previa validación de las redes de cultivos, protocolos ya generados por organismos nacionales o internacionales, o en caso de no existir, se deben generar protocolos para este fin.

Objetivos

1. Avanzar en la caracterización y evaluación para abatir el rezago existente en accesiones sin información que ya se encuentren resguardadas y en todas y cada una de las que se incorporen la Red de Centros de Conservación.
2. Contar con protocolos de caracterización estandarizados para los diferentes cultivos de las redes nacionales de recursos fitogenéticos.
3. Promover el uso sostenible de las accesiones resguardadas en la Red de Centros de Conservación.

Actividades

- I. Apoyar de manera prioritaria los estudios de caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos de los diferentes cultivos de México, especialmente en el norte del país, siguiendo un sistema de protocolos estandarizados, con énfasis en especies poco atendidas.
- II. Elaborar protocolos de caracterización morfológica y molecular por cultivo y aplicarlos de manera uniforme, que incluya la lista de descriptores, el procedimiento para su medición y las guías metodológicas que conduzcan a una representatividad estadística, como el uso de diseños experimentales, número de repeticiones, localidades y tamaños de muestra.

Actividad prioritaria 9. Apoyo al fitomejoramiento, la potenciación genética y las actividades de ampliación de la base.

Situación actual

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 en 2006, se desprende que hubo una reducción muy acentuada, pues de un total de 198 programas de mejoramiento genético reportados en el año 2006 se redujo a un total de 135 programas en el presente informe, y de un total de 50 cultivos atendidos de acuerdo con el reporte de 2006, se observó un ligero incremento a un total de 55 cultivos en el informe de 2020.

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 informe 2020, 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 (reducción de 43 %), mientras que en frijol se redujo de 13 a solamente 10 programas (reducción de 23 %). 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 2005, mientras que en el presente informe solamente se registraron dos programas en activo (reducción de 85 %). Los datos anteriores repercuten, en última instancia, en un alto costo económico para nuestro país, pues en cuestión de volúmenes de importación de productos básicos la tendencia continúa al alza; a manera de ejemplo, las importaciones de maíz se han incrementado, tan sólo durante el primer semestre del año 2021 en 13 % (927 mil toneladas), que en el mismo periodo del 2020, con un total de 8.7 millones de toneladas³.

En el informe 2020 se registró un total de 301 fitomejoradores en activo en México, 252 del sector público y 49 del sector privado, estos datos sugieren un decremento en cuanto a la capacidad en recursos humanos existente en el país comparado con el reportado en 2006. También es un número muy reducido, 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. Esta situación impacta en la

³ La Jornada (2021) Crece la dependencia alimentaria en productos básicos, señala el CNA, La Jornada. Ciudad de México. México. p.16. <https://www.jornada.com.mx/2021/09/30/politica/016n2pol>. (septiembre 2021)

disminución en el número de accesiones utilizadas en actividades de mejoramiento, y, por consiguiente, en el número de variedades vegetales generadas como resultado del mejoramiento genético en el país, por lo que el panorama es propicio para que en el corto plazo se observe un aumento en el registro de variedades generadas en otros países.

Es importante destacar que la mayor parte de fitomejoradores trabajan en los siguientes grupos de cultivos: 32 % en cereales, 18 % en frutales, 14 % en especies hortícolas y 10 % en leguminosas de grano; sin embargo, se ha logrado avanzar en el mejoramiento genético de otros cultivos como chayote, tomate de cáscara, dalia, nochebuena, aguacate, cacao y vainilla, por lo que es importante seguir impulsando estos programas de mejoramiento genético, así como el mejoramiento en otras especies con potencial para la alimentación y la agricultura.

En cuanto a premejoramiento o potenciación genética, también disminuyó el número de programas en relación con el informe anterior 2006; sin embargo, un número considerable de los programas de mejoramiento genético también realizan actividades de premejoramiento (106). Históricamente no ha existido un posicionamiento académico formal en cuanto a la figura sobre la cual recae la responsabilidad de realizar actividades de premejoramiento; por un lado, los curadores de las colecciones de germoplasma restringen sus actividades casi exclusivamente a aquellas relacionadas con la conservación de la calidad física y fisiológica de la semilla u otro tipo de propágulos, deslindándose de uno de los eslabones esenciales que debiera unirlos con las actividades de utilización de los recursos fitogenéticos; por su parte, los fitomejoradores están enfocados mayormente a las actividades de mejoramiento genético. La realidad ha señalado que han sido estos últimos, los fitomejoradores, los que han hecho el mayor esfuerzo para atender las tradicionalmente mermadas actividades de premejoramiento, en detrimento de sus actividades sustantivas de selección e hibridación. Es importante intervenir en auxilio de los fitomejoradores, sobre todo en la presente coyuntura, donde los programas de mejoramiento genético han entrado en una fase de declinación.

En referencia a la necesidad de ampliación de la base genética de los cultivos, Pollak y Salhuana (2001) señalan que la variabilidad genética es esencial en los programas de mejoramiento genético; sin embargo, el mejoramiento genético en los cultivos suele asociarse con una disminución en la diversidad genética, particularmente en materiales que llegan a producción comercial, por lo que los agricultores que utilizan materiales mejorados, particularmente los híbridos enfrentan una mayor vulnerabilidad genética, con el consecuente riesgo económico. Esta situación lleva a la urgente necesidad de ampliar las bases genéticas de las especies cultivadas con germoplasma introducido para disminuir esta vulnerabilidad. Los programas de mejoramiento genético, en su mayoría, también han realizado esta actividad mediante la incorporación de nuevo germoplasma o ampliación de la base genética (66 programas en el reciente informe 2020), motivados con frecuencia por el hecho de que ciertas características específicas de utilidad generalmente no se encuentran presentes en los materiales disponibles. Esta es otra actividad en la que también es deseable que los curadores de las colecciones de germoplasma intervengan para proveer información y acceso a las accesiones que impulse los programas de mejoramiento genético en aras de recuperar su dinámica.

Objetivos

1. Recuperar la dinámica en materia de mejoramiento genético de los cultivos nacionales, sobre todo en las instituciones públicas nacionales.
2. Institucionalizar las actividades de pre mejoramiento como parte de la agenda de trabajo de los curadores de las colecciones de germoplasma, con el auxilio de los especialistas en mejoramiento genético.
3. Continuar con el apoyo a programas de ampliación de la base genética mediante la introducción de germoplasma, para cubrir aspectos donde la diversidad genética nacional no cuente con la amplitud requerida.

Actividades

- I. Impulsar programas de mejoramiento genético, con énfasis en los principales cultivos nacionales como maíz y frijol y con enfoque prioritario hacia la región sureste de México.
- II. Empezar una cruzada nacional en favor de un enfoque de sostenibilidad en la utilización de los recursos fitogenéticos de México, donde se privilegien esquemas de mejoramiento participativo compatibles con poblaciones de amplia base genética, sobre todo en las áreas de temporal.
- III. Realizar una campaña de concientización con los integrantes de la Red de Centros de Conservación de germoplasma con la finalidad de que adopten y propongan, dentro de sus agendas de trabajo, actividades de premejoramiento y de ampliación de la base genética, en concordancia con las colecciones de germoplasma que resguarden y de las necesidades del país, de preferencia con colaboración estrecha con la comunidad de fitomejoradores para identificar tópicos prioritarios de potenciación genética.

Actividad prioritaria 10. Promoción de la diversificación de la producción agrícola y aumento de la diversidad de los cultivos para una agricultura sostenible.

Situación actual

México constituye un mosaico climático tan diverso que cuenta en algún lugar de su territorio con cualquier combinación de factores ambientales o ecosistemas que requieren prácticamente cualquier especie vegetal (Sarukhán *et al.*, 2009); en ese sentido, existe el potencial para introducir y cultivar de manera exitosa prácticamente cualquier especie cultivada. Debe considerarse que si bien México es un importante centro de origen y diversidad genética de especies cultivadas, solamente alrededor del 10 % de las 173 especies cultivadas más importantes del mundo, mencionadas en la lista de FAO (2021), fueron domesticadas en México (Perales y Aguirre, 2008), lo que implica que más allá de nuestras fronteras existe un amplio espectro de especies, domesticadas y silvestres, que conviene explorar para su potencial incorporación en nuestros sistemas agrícolas con fines de utilización en el consumo y comercio. Las actividades de introducción de nuevas especies cultivadas en México con la finalidad de incrementar la diversidad de los sistemas agrícolas han sido relativamente discretas, pues en el periodo del informe 2020 se reportan 13 especies reintroducidas, tres especie silvestres domesticadas (*Dahlia dissecta* × *Dahlia rupícola*, *Dahlia brevis* y *Panicum virgatum*) y germoplasma de cuatro especies

introducido desde el extranjero para ser cultivadas en México (accesiones de *Lupinus angustifolius*, *Cocos nucifera*, *Pennisetum* sp., *Hevea brasiliensis*).

Objetivo

1. Revitalizar las actividades de introducción de plantas como una estrategia para diversificar los sistemas de producción agrícola de México.

Actividades

- I. Integrar una comisión de expertos en recursos fitogenéticos con la participación de expertos en economía de mercados para que analicen a detalle los cultivos potenciales del mundo que no se encuentren en México y con perspectivas de ser cultivados en nuestro país.
- II. Buscar vías de adquisición del germoplasma identificado con potencial de producción y comercial, así como un plan de trabajo para su introducción y cultivo en el territorio nacional.

Actividad prioritaria 11. Promoción del desarrollo y comercialización de variedades, principalmente las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas.

Situación actual

En el informe del año 2020 se identificaron 849 variedades de los agricultores o variedades nativas con potencial para la comercialización, correspondientes a 105 especies y 91 cultivos, donde destacan por el mayor número de variedades los siguientes cultivos: 152 variedades nativas de maíz, 43 de chile, 35 de rosal, varias especies de orquídeas con 35 variedades, 29 de algodón, 25 de fresa, 25 de arándano, 24 de frijol, 23 de crisantemo, 21 de echeveria, 21 de vid y 20 variedades de ciruela mexicana. En cuanto a especies infrautilizadas con potencial para la comercialización se identificaron 70, agrupadas en 47 cultivos con potencial para la comercialización, a las cuales se les asignó una clasificación en términos de prioridad en el país en su desarrollo, utilización sostenible y conservación del recurso; dentro de estos destacan especies de agaves, cactáceas (donde destacan algunas especies de nopales), anonáceas como chirimoya, guanábana y saramuyo, así como especies de familias botánicas diversas como tejocote, amaranto, chile manzano, chiltepín, jatropha y jamaica. Lo anterior constituye un grupo interesante que vale la pena retomar, pues al tratarse de formas relativamente escasas pueden por esa condición alcanzar cotizaciones sobresalientes en el mercado, con el consiguiente beneficio económico para los agricultores.

En el informe de país de 2006, no se reportó el desarrollo y comercialización de variedades nativas; sin embargo, se considera que con la implementación del SINAREFI, que atendió a 45 cultivos nativos, se potencializa el desarrollo y comercialización de algunas de las especies que integran estos cultivos, lo cual se puede constatar con los 50 programas que se reportan en atención de cultivos nativos y en las 849 variedades nativas identificadas con potencial para la comercialización, registradas en el informe más reciente.

En el futuro cercano se abre una ventana de oportunidad en México para fomentar el uso de variedades de los agricultores o variedades nativas de los cultivos poco utilizados, anteponiendo como elemento la riqueza existente en formas y destino de producción para diferentes usos, principalmente gastronómicos, lo que da la oportunidad de buscar rendimientos competitivos y que cumplan con características agronómicas deseadas por los agricultores; para ello es necesario mantener y acrecentar su diversidad genética, por lo que deben considerarse como recursos prioritarios.

Objetivo

1. Mantener vigentes y acrecentar las actividades de búsqueda e identificación de variedades y especies de agricultores con características agronómicas o de consumo promisorias para su comercialización en nuevos nichos de mercado.

Actividades

- I. Fortalecer la coordinación entre los Centros de Conservación, los agricultores y los fitomejoradores para identificar variedades nativas de los agricultores y especies infrautilizadas con valor potencial y realizar actividades de mapeo de la distribución geográfica, caracterización y evaluación, mejoramiento de cultivos, multiplicación y distribución de semillas con una visión de uso sostenible.
- II. Establecer un procedimiento para registro de nuevas variedades de los agricultores con méritos en características agronómicas o de consumo en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales bajo un régimen simplificado que permita su aprovechamiento inmediato.
- III. Difundir por los medios que se considere más apropiado las bondades de las variedades nativas y especies subutilizadas.

Actividad prioritaria 12. Apoyo a la producción y distribución de semillas

Situación actual

De acuerdo con datos recientes, en el país se producen alrededor de 210 mil toneladas de semilla certificada de 18 cultivos. Las cinco especies más extensamente cultivadas son maíz, sorgo, frijol, caña de azúcar y avena. Para las cinco especies anuales con mayor superficie cultivada, la semilla certificada que se produce en el país alcanza a cubrir los siguientes porcentajes: maíz 45 % (que representa 90 % de la superficie de riego, ya que el resto se siembra con variedades nativas), de sorgo únicamente 0.2 %, pues la semilla que se utiliza es predominantemente de importación, frijol 7 %, avena 31 % y trigo 93 %.

En México hasta el año 1991 la producción de semilla de variedades mejoradas estuvo controlada por el estado, pero a partir de la desincorporación de la Productora Nacional de Semillas tomó impulso la participación de empresas trasnacionales y el fortalecimiento de empresas de semillas nacionales de capacidades muy variadas, donde se encuentran representadas desde empresas familiares, hasta asociaciones de productores y consorcios. Actualmente, existe una industria semillera consolidada, con 732 empresas en operación. Las regiones del país donde se concentran el mayor número productores de semilla me-

orada son el Noroeste con 29 % y Noreste con 28 %, 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. Aunque solamente se produce la cantidad de semilla necesaria para satisfacer la demanda actual, las empresas cuentan con la capacidad instalada para producir mayores volúmenes de semilla.

Son escasas las instituciones públicas que generan variedades y distribuyen su semilla de una manera limitada. Estas instituciones, generalmente realizan la multiplicación de semilla en categoría Básica y Registrada, esta última se vende a las empresas para la multiplicación a la categoría de semilla Certificada, que es la que se comercializa a los productores.

De los cinco cultivos con mayor superficie sembrada en México, el que menor diversidad varietal utiliza es caña de azúcar, ya que en el 80 % de la superficie sembrada se utilizan tan sólo cinco variedades, lo que representa una alta vulnerabilidad. En contraste en maíz que presenta una gran cantidad de variedades mejoradas utilizadas en la agricultura vinculada a mercado, además de las muchas otras variedades nativas que también se utilizan por los agricultores de autoconsumo que aún sigue siendo predominante en buena parte del país. En trigo se utilizan más de 70 variedades, en arroz predominan dos variedades y en frijol siete en la agricultura vinculada a mercado, pero en agricultura para autoconsumo se utilizan cientos de variedades de los propios agricultores. En relación con árboles frutales, en aguacate predomina una variedad, en frutillas de 3 a 5 variedades, por citar algunos ejemplos. En este sentido, la vulnerabilidad genética es un tema al que se debe prestar mucha atención en el futuro inmediato.

Si bien, existe capacidad para producir la semilla requerida, el costo de este insumo para muchos agricultores es elevado. Existe la necesidad de validar y transferir nuevas variedades ya generadas en varios cultivos, como frijol, arroz, trigo, por citar algunos, que principalmente son generados por instituciones públicas. Dado que el financiamiento es insuficiente, la transferencia de estas variedades ha disminuido y se siguen usando variedades antiguas, por lo que se requieren alianzas social-público-privadas, que permitan no solamente validar y transferir esas variedades, sino también, generar nuevas variedades en concordancia con la demanda del mercado y condiciones climáticas en las zonas de producción, garantizando que tales semillas son apropiadas para las microrregiones recomendadas.

En el sector informal de semillas, es necesario fomentar Sistemas Locales de Semillas, para que el agricultor realice una mejor selección y conservación de su semilla para el siguiente ciclo agrícola, y con ello del recurso genético que custodia; también es urgente fomentar el mejoramiento participativo para generar variedades nativas mejoradas para nichos ecológicos específicos y fomentar empresas locales para la multiplicación de estas.

Objetivos

1. Incrementar la producción nacional de semilla de calidad de variedades mejoradas y variedades nativas que coadyuve a aumentar la productividad y autosuficiencia alimentaria.
2. Fortalecer la investigación en semillas para incentivar el desarrollo y uso de nuevas variedades mejoradas y variedades nativas que permitan una producción sustentable y resiliencia a factores naturales.
3. Fomentar alianzas social-público-privadas a fin de contar con el financiamiento necesario para atender la demanda de semilla de calidad en los diferentes sistemas de producción agrícola.

Actividades

- I. Apoyar de manera prioritaria proyectos de multiplicación y distribución de semilla de variedades mejoradas de alto rendimiento y adaptación a las condiciones del área para la cual se recomienda, especialmente en instituciones del sector público.
- II. Apoyar de manera decidida iniciativas concretas enfocadas a implementar o fortalecer los Sistemas Locales de Producción de Semilla en microrregiones del país, con especial énfasis en el sur de México.
- III. Exhortar de manera reiterativa a las autoridades de las instituciones de investigación del sector de agricultura para que elaboren un manual de procedimientos para licenciamiento de variedades, con acompañamiento y revisión periódica de avances hasta la declaración de su implementación por el órgano de gobierno respectivo.
- IV. Realizar una campaña de promoción de alianza social-pública-privada entre los sectores pertinentes interesados, que facilite la generación de nuevas variedades, así como su validación y transferencia a los agricultores.
- V. Evitar la promoción de programas de entrega de semilla mejorada de base genética restringida en regiones de alta diversidad genética.





LITERATURA CITADA

- Aguirre G., J. A., G. J. A. Hernández, C. L. Sahagún, P. R. Ortega, C. F. Aragón, A. L. Dzib, O. De la O, H. M. R. García, M. N. O. Gómez, C. O. B. Pérez y M. R. Esparza (2018)** Conservación y manejo in situ. In: Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad de maíces nativos de México. Ramírez-Galindo, J., y R. González-Santos (Eds). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. México. pp 6-33.
- Casa A. (2019)** Semillas de agrobiodiversidad, *LEISA Revista de agroecología*, 35: 5-7. <https://leisa-al.org/web/index.php/volumen-35-numero-2/3885-semillas-de-agrobiodiversidad>
- Castillo M. M., V.P. Ramírez, G. F. Castillo y C. S. Miranda C.S. (2006)** "Diversidad morfológica de poblaciones nativas de frijol común y frijol Ayocote del oriente del Estado de México", *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29:111-120. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61029203>
- Engels, J.M.M. and L. Visser (2007)** Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 6. Bioersivity International, Roma, Italia, 190 p.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1996)** Plan de Acción Mundial para Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. 64 pp.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2011)** El Segundo Informe Sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en el Mundo, Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia, 372 p. <https://www.fao.org/3/i1500s/i1500s.pdf>
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013)** 14ª Reunión ordinaria de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Comisión de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación. CGRFA-14/13/Informe. Roma, Italia. 74 p. <http://www.fao.org/3/mg538s/mg538s.pdf>
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021)** Data production. FAO Statistical Data. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Rome. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Septiembre 2021).
- García B. J., T. O. Pérez, T. J. E. Cos, G. L. Ruiz y L. E. Sánchez (2018)** Incrementar la Productividad de los Cultivos y Proporcionar Genes de Resistencia para hacer Frente a las Emergencias Derivadas del Cambio Climático. Compobell, SL. Murcia, España. 406 p.
- NAS, National Academy of Sciences (1972)**. Genetic Vulnerability of Major Crops. National Academy of Sciences of the United States of America. Washington, D.C. 307 p.
- Lepiz I. R. y G. E. Rodríguez (2006)** Los Recursos Fitogenéticos de México. In: Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe Nacional 2006. Molina M., J. C y L. Córdova T. (Eds) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. 172p, <https://www.fao.org/3/i1500e/Mexico.pdf>
- Perales R. H. y J. R. Aguirre R (2008)**. Biodiversidad humanizada. In: Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento Actual de la Biodiversidad. CONABIO, México, D. F. pp. 565-603.
- Pollak L. M. and W. Salhuana (2001)** The Germplasm Enhancement of Maize (GEM) project: Private and Public Sector Collaboration. In: Broadening the Genetic Base of Crop Production. H. D. Cooper, C. Spillane and T. Hodgkin (eds.). CABI Publishing, FAO and IPGRI. New York, USA and Rome, Italy. pp. 319-329.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2012)** Agricultura Familiar con Potencial Productivo en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Méxiuco, D. F. 192 p.
- 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. 104 p.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2020)** Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- SNICS Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (2020)**. Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura 2020. Ciudad de México. 319 pp. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/667538/Informe_Nacional_RFAA.pdf
- Toledo V., N. Barrera-Bassols & E. Boege (2019)** ¿Qué es la Diversidad Biocultural? Universidad Nacional Autónoma de México. Michoacán, México. 62 p.
- Turrent F. A., J. I. Cortés F., A. Espinosa C., H. Mejía A. y J. A. Serratos H. (2010)** ¿Es ventajosa para México la tecnología actual de maíz transgénico?. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1:631-646.



CREACIÓN DE CAPACIDADES INSTITUCIONALES Y HUMANAS SOSTENIBLES

INTRODUCCIÓN

En el Tercer Informe Nacional de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura 2020 deja evidencia que durante el periodo que contempló dicho informe (2012-2019) la actividad en Creación de Capacidades en Recursos Fitogenéticos, que es el área estratégica número cuatro del Segundo Plan de Acción Mundial de la FAO, cambió de manera notable. En el 2012 comenzó a operar el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG), que es uno de los bancos de conservación más grandes del mundo (INIFAP, 2015). Durante gran parte del periodo del informe operó el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) a través del SNICS y fue el principal mecanismo de coordinación para la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos fitogenéticos del país. La unidad funcional del SINAREFI fueron las Redes por cultivo, grupo de cultivo o temática, mediante el cual se aprovecha la funcionalidad de grupos interinstitucionales e interdisciplinarios (SNICS, 2018). Las 44 Redes del SINAREFI en su Plan Estratégico consideraron acciones de Creación de Capacidades (Gámez- Montiel *et al.*, 2017; Ramírez-Galindo *et al.*, 2016; Solís *et al.*, 2017; Solís *et al.*, 2018; Vera-Sánchez *et al.*, 2016). Actualmente, el Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura es el ente de AGRICULTURA responsable de la planeación en este campo.

Para la Creación y Fortalecimiento de las Capacidades en RFAA en el periodo 2021-2024 se proponen cinco acciones que se presentarán en este capítulo. Las mismas se tomaron en cuenta en el Plan Nacional de Acción elaborado en el 2006 por la SAGARPA (Molina y Córdova, 2006), en el Segundo Plan de Acción Mundial planteado por la FAO en 2012, así como en las consultas que AGRICULTURA organizó ex-profeso para elaborar el presente documento. Cada acción está planteada con base en la información de la situación actual y definida por objetivos y propuestas, que al desarrollarse se traduzcan en un aumento de la Creación de Capacidades para atender el tema Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en México.

DIAGNÓSTICO

El periodo 2012-2019 que abarcó el Tercer Informe Nacional de los RFAA publicado en 2020 ocurrieron cambios históricos en la actividad de Creación de Capacidades en Recursos Fitogenéticos. Entre los cambios podemos citar la inauguración y puesta en marcha del Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) con las capacidades de conservación de germoplasma de plantas, microorganismos, animales, acuáticos y forestales (INIFAP, 2015) y la operación y fortalecimiento del SINAREFI a través del SNICS-AGRICULTURA, que fue el principal mecanismo de coordinación para la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos fitogenéticos del país con financiamiento gubernamental hasta el 2014 y funciones hasta el 2020.

La unidad funcional del SINAREFI fueron las Redes por grupos de cultivo y estas se ordenaron temáticamente 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 (Gámez- Montiel *et al.*, 2017; Ramírez-Galindo *et al.*, 2016; Solís *et al.*, 2017; Solís *et al.*, 2018; Vera-Sánchez *et al.*, 2016). Las Redes se organizaron aprovechando la pre-existencia y funcionalidad de grupos interinstitucionales e interdisciplinarios que fueron ampliados para la planeación y ejecución de proyectos estratégicos. Las 44 Redes del SINAREFI en su Plan Estratégico consideraron acciones de Creación de Capacidades durante el tiempo que fueron financiadas. En 2020 se creó un Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura en AGRICULTURA para atender el tema de Recursos Genéticos Agrícolas, Microbianos, Acuáticos y Zoogenéticos. Bajo este nuevo escenario surge la necesidad de incorporar también instancias de reciente creación como el Centro de Integración de BIODIVERSIDAD con el fin de optimizar los recursos (SAGARPA, 2018).

En México existen 562 actores académicos que documentan, conservan y usan a las plantas para la alimentación y la agricultura. También existen 315 instituciones de educación superior que imparten las carreras de Biología y Agronomía contemplando en su mayoría disciplinas relacionadas con la agrobiodiversidad y recursos genéticos (SNICS, 2020).

Para documentar la información referente a los RFAA se están utilizando diversos Sistemas de Información (SI) entre los que destacan Grin-Global (Grin-Global, 2021) que utiliza el CNRG y BanGERMEX (BanGERMEX, 2020) que utilizan los Bancos de Germoplasma que conforman la Red de Centros de Conservación coordinada por el SINAREFI. Algunas Universidades que también resguardan germoplasma utilizan otros Sistemas de Informaciones diferentes para guardar y procesar informaciones de colectas de RFAA.

En la estructura de AGRICULTURA, el SNICS es el punto focal para el intercambio y acceso a la información en RFAA (SNICS, 2018). El INIFAP y la CONABIO participan también en foros internacionales (INIFAP, 2015; CONABIO, 2020; SADER, 2020; SEMARNAT, 2020). México pertenece a la Red Mesoamericana de Recursos Fitogenéticos (REMERFI), a la Red del Caribe de Recursos Fitogenéticos (CAPGERNET) y a la Red Norteamericana de Recursos Fitogenéticos (NORGEN) por medio del INIFAP (INIFAP, 2015). 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.

ACTIVIDADES PRIORITARIAS

En el Segundo Plan de Acción Mundial se establece una racionalización de las acciones prioritarias, lo cual permite reducir su número de 20 en el Plan Nacional de Acción de 1996 (FAO, 1996) a 18. Para el área de Creación de Capacidades Institucionales y Humanas Sostenibles se tienen seis actividades prioritarias (FAO, 2013) y una serie de indicadores que permiten dar seguimiento a la aplicación del Segundo Plan de Acción Mundial, establecidas en la 14ª Reunión ordinaria de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CRGAA) por parte de los países miembros como se describe a continuación:

Actividad prioritaria 13: Creación y fortalecimiento de programas nacionales.

Indicadores:

- Existencia de una entidad nacional (organismo, comité, etc.) que funcione como mecanismo de coordinación de las actividades y las estrategias relativas a los RFAA.
- Existencia de un punto focal o coordinador nacional para los RFAA oficialmente designado.
- Existencia de un marco normativo gubernamental y estrategias para la conservación y la utilización de los RFAA.
- Existencia de un mecanismo nacional de intercambio de información sobre los RFAA.

Actividad prioritaria 14: Promoción y fortalecimiento de redes sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

Indicadores:

- Pertenencia a una red regional de RFAA.
- Número de redes de mejoramiento de cultivos de las que son miembros las partes interesadas nacionales.
- Número de publicaciones producidas por las partes interesadas nacionales en el marco de las redes.

Actividad prioritaria 15: Creación y fortalecimiento de sistemas amplios de información sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

Indicadores:

- Número de especies silvestres afines a las cultivadas que se conservan *in situ* y se documentan en un sistema de información a disposición del público.
- Número de variedades de los agricultores/variedades nativas cultivadas en fincas y documentadas en un sistema de información a disposición del público.
- Número de accesiones en colecciones *ex situ* documentadas en un sistema de información a disposición del público.
- Número de variedades autorizadas que están documentadas en un sistema de información a disposición del público.
- Participación en sistemas internacionales o regionales de información sobre RFAA a disposición del público.

Actividad prioritaria 16: Elaboración y fortalecimiento de sistemas de vigilancia y salvaguardia de la diversidad genética y reducción al mínimo de la erosión de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

Indicadores:

- Porcentaje de los RFAA objeto de encuestas o inventario que se encuentran amenazados.
- Existencia de sistemas nacionales para el seguimiento y la salvaguardia de la diversidad genética y reducción al mínimo de la erosión genética.
- Número de medidas correctivas derivadas de los sistemas nacionales existentes para el seguimiento y la salvaguardia de la diversidad genética y reducción al mínimo de la erosión genética.

Actividad prioritaria 17: Creación y fortalecimiento de capacidad en materia de recursos humanos.

Indicadores:

- Existencia de programas educativos y formativos de nivel secundario, universitario y de posgrado que incorporan aspectos de la conservación y la utilización sostenible de los RFAA.
- Porcentaje de personal que ha mejorado sus conocimientos y habilidades para la conservación y utilización de los RFAA.

Actividad prioritaria 18: Fomento y fortalecimiento de la sensibilización de la opinión pública sobre la importancia de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

Indicadores:

- Existencia de un programa de sensibilización pública que promueva la conservación y utilización de RFAA.
- Número de grupos de interesados que participan en la aplicación del programa de sensibilización pública.
- Número de tipos de productos realizados para aumentar la sensibilización pública.

Actividad Prioritaria 13. Creación y fortalecimiento de programas nacionales.

Situación actual

La SAGARPA estableció el SINAREFI a través del SNICS para coordinar actividades en Recursos Fitogenéticos en 2002, pero en el 2014 se modificó la forma de operar el recurso financiero a reglas de operación para los proyectos en RFAA, lo que ocasionó que la mayoría de las Redes no fueron elegidas para financiar sus proyectos (SNICS, 2018).

En el año 2020 se creó el Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura por AGRICULTURA, que está redefiniendo las actividades nacionales prioritarias, y un Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas como parte de dicho comité se encarga de la planeación de actividades en RFAA (SNICS, 2020). El Subcomité organizó ya la reactivación de las Redes que integraban al SINAREFI y la actualización de los planes estratégicos de cada una de ellas. Es importante resaltar que el Informe Nacional en RFAA (SNICS, 2020), documentó la necesidad de la creación de al menos 27 nuevas Redes de cultivos prioritarios (nativas e introducidas) para la Alimentación y la Agricultura; también los actores nacionales en RFAA consultados para elaborar este Plan Nacional de Acción sugieren que exista apoyo permanente al Programa Nacional en RFAA por medio de las Redes.

A finales de 2019 una de las principales carencias era la falta de un marco jurídico-normativo para sustentar el financiamiento de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, lo cual fue solventado parcialmente con el acuerdo que establece el Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, descrito con antelación. El acuerdo que establece la creación de dicho Comité no es lo suficientemente robusto jurídicamente, por lo que una necesidad en el futuro inmediato es contar con una legislación en recursos genéticos para la alimentación y la agricultura que promueva la conservación, uso sostenible, fortalecimiento de capacidades y el reparto justo y equitativo que se derive del uso de estos recursos. La disponibilidad de recursos financieros, nunca ha sido suficiente para la implementación de las acciones del Plan de Acción Mundial, por lo que, aún con la puesta en marcha del Comité en mención, la búsqueda de financiamiento seguirá siendo una necesidad y todo un reto.

Objetivos

1. Fortalecer al Programa Nacional de Recursos Fitogenéticos por medio del Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura y el Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas con un órgano de gobierno que incluya al sector gubernamental, académico y de la producción agrícola.
2. Establecer una legislación en Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, así como la interacción con otras Secretarías del estado como Medio Ambiente, Desarrollo Territorial, Economía y Relaciones Exteriores.

Actividades

- I. Establecer un Plan Nacional de Acción actualizado como documento rector del Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas para operar con las Redes que éste integre.
- II. Promover una legislación y normatividad específica en materia de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, que permitan establecer políticas y estrategias complementarias sobre conservación, acceso y utilización de los RFAA y sobre la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización.

- III. Potenciar las sinergias entre las Secretarías de estado interesadas que se relacionan con la conservación, el mejoramiento y la utilización de los RFAA, reparto justo y equitativo de beneficios que se derivan de su uso y reforzar la integración de las actividades institucionales y comunitarias.

Actividad Prioritaria 14. Creación y Fortalecimiento de Redes de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Situación actual

En el 2002 el SINAREFI comenzó a funcionar con 13 Redes y en el 2019 contaba con 44 Redes por cultivo, grupo de cultivo y una temática, que fueron reactivas por el Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas en el año 2020. El Informe Nacional de RFAA 2012-2020 documentó 71 Redes de trabajo en RFAA en el país, de las cuales 45 estuvieron formalizadas por el SINAREFI. Su conformación aprovechó grupos de trabajo preexistentes y se enfocaron en cultivos nativos principalmente. El CONACYT, la SEMARNAT y la CONABIO también han formado grupos de trabajo o redes para proyectos temporales en RFAA (CONABIO, 2020; REMEFI-CONACYT, 2020; SEMARNAT, 2020). Es importante resaltar que en el informe en mención se detectó la necesidad de establecer 27 Redes adicionales para atender algunos cultivos con centro de origen y diversificación en México, así como algunos cultivos introducidos que han generado ecotipos en nuestro país.

Por razones de logística el SINAREFI, ahora Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas agrupó las Redes en seis Macroredes que facilitaron el intercambio de metodologías y organizaron eventos conjuntos. Las seis Macroredes fueron: Frutales, Ornamentales, Hortalizas, Cultivos de Impulso, Básicos e Industriales y Red de Centros de Conservación. Todas las Macroredes organizaron su trabajo conjunto tomando en cuenta las cuatro áreas estratégicas para RFAA a saber: Conservación y Mejoramiento *in situ*, Conservación *ex situ*, Utilización sostenible de RFAA y Creación de capacidades. En las seis Macroredes se promovieron actividades de Promoción de RFAA por medio de la participación en Congresos Académicos, las ferias de la Agrobiodiversidad y de Agroproductos donde participaron más de 125,000 personas. En cada una de las Redes, en el área de uso sostenible se priorizan las actividades de caracterización, premejoramiento y mejoramiento genético. Eso dio como resultado que en el periodo que cubrió el informe (2012 a 2019) se registrarán 1,400 variedades en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales que no brinda una protección intelectual y su registro es para entrar a programas de producción de semilla en categoría Certificada. De ese total más de 220 variedades fueron registradas por integrantes de las Redes del SINAREFI, ahora Comité de Recursos Genéticos Agrícolas.

México tiene una limitada participación en las Redes regionales como Red Mesoamérica de Recursos Fitogenéticos (REMERFI), Red del Caribe en Recursos Fitogenéticos (CAPGERNET) y Red de América del Norte para los Recursos Fitogenéticos (NORGEN).

Objetivos

1. Fortalecer las Redes nacionales de trabajo del Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas, invitar a Redes existentes a que se sumen a dicho Subcomité e integrar nuevas Redes para atender otros cultivos nativos e introducidos. Además buscar una participación activa en Redes regionales existentes.
2. Fortalecer las actividades de mejoramiento genético en las Redes y la difusión de información generada por estas por medio de publicaciones u otras vías de información.

Actividades

- I. Gestionar financiamiento para implementar las actividades del presente Plan Nacional de Acción y los Programas Estratégicos de las Redes.
- II. Promover la actividad de mejoramiento genético en las Redes que permita una mejor vinculación con los productores.
- III. Buscar una participación activa en las Redes regionales existentes de recursos genéticos.
- IV. Promover la difusión de información generada por la Redes en distintos medios de comunicación.

Actividad Prioritaria 15. Creación y fortalecimiento de sistemas amplios de información sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

Situación actual

Desde el informe del 2006 (Molina y Córdova, 2006) no se identificó algún sistema de información para documentar los RFAA, lo cual representó una área de oportunidad que se atendió mediante el establecimiento de un sistema denominado GERMOCALLI, que posteriormente se llamó Sistema de Información de Bancos de Germoplasma Mexicano (BanGERMEX). Este Sistema contiene la información de los materiales en resguardo *ex situ* en la Red de Centros de Conservación del Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas con el objetivo de potenciar su uso por los productores e investigadores tanto de la iniciativa pública como privada (<http://bangermex.snics.gob.mx/bancos>). El Sistema alberga un total de 36,783 registros; de las cuales 14,157 corresponden a variedades de los agricultores/variedades nativas. Esta información también se encuentra cargada y disponible en el Sistema Mundial de Información y Alerta Rápida sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura mediante el sistema WIEWS.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (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© (<http://www.conabio.gob.mx/biotica5/>); en el cual se encuentran documentadas 1,485 poblaciones de especies silvestres afines de las cultivadas, el 100 % de las poblaciones cuentan con datos de distribución geográfica.

Con respecto a las nuevas variedades autorizadas, en México existen dos formas de registro, la primera en la Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales, es decir de aquellas que tienen derecho de propiedad intelectual, y la segunda en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) (<https://datastudio.google.com/u/0/reporting/5b7206ba-e190-48fe-9696-73523bfccf58/page/it-BWB>), que enlista las variedades que desean ingresar a programas de producción de semilla Certificada.

Se requiere como parte del Sistema de Información de Bancos de Germoplasma Mexicano (BanGERMEX), desarrollar un módulo para registrar información de las especies y poblaciones identificadas en peligro de extinción, que permita establecer estrategias de salvaguardia y reducir al mínimo la erosión genética. Se requiere establecer en el marco del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, en adelante Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas un programa especial que tenga medidas de salvaguardia y reducción de la erosión genética.

También es necesario fomentar la constitución de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) o bien como Predios e Instalaciones que Manejan Vida Silvestre de manera confinada fuera de su hábitat natural (PIMVS), para especies silvestres afines de las cultivadas y las especies silvestres comestibles que se encuentren identificadas en alguna categoría de riesgo, por ejemplo, en especies de cactáceas y orquídeas.

Objetivo

1. Utilizar un sistema único de información para el resguardo de los datos curatoriales de la conservación *ex situ* y de la documentación de la conservación *in situ* de los RFAA disponible al público.

Actividades

- I. Fomentar el uso del Sistema BanGERMEX como mecanismo único de información para el resguardo, manejo y difusión de los datos de las accesiones resguardadas *ex situ* en los bancos de germoplasma.
- II. Continuar con la carga de información en el Sistema BanGERMEX de las accesiones colectadas resguardadas en los bancos de germoplasma.
- III. Capacitar a los curadores de los bancos de germoplasma en el manejo de BanGERMEX.
- IV. Establecer un módulo en el Sistema BanGERMEX que permita el resguardo de la información de la conservación *in situ* conservadas en fincas de los agricultores y especies silvestres afines a las cultivadas.

Actividad Prioritaria 16. Elaboración y fortalecimiento de sistemas de vigilancia y salvaguardia de la diversidad genética y reducción al mínimo de la erosión de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

Situación actual

En el periodo que consideró el informe (2012-2019), se reportó la existencia de tres mecanismos nacionales para el seguimiento y salvaguardia de la diversidad genética. Primero, la estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal del año 2012, con la participación de 20 instituciones, que tienen como propósito conocer el grado de vulnerabilidad e identificar las formas de adaptación de los ecosistemas, especies silvestres y cultivos nativos con mayor riesgo ante el cambio climático; conocer la diversidad genética de plantas nativas de interés utilitario (alimentario, ornamental, medicinal, cultural y económico); implementar programas de manejo integrado de las razas, variedades y parientes silvestres de especies de importancia agrícola y poblaciones bajo procesos incipientes de domesticación; incremento en la conservación *in situ* de la diversidad genética de las principales variedades de cultivos. Segundo, la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030, del año 2016, en la que participaron 27 instituciones; entre las medidas correctoras está desarrollar y fortalecer los instrumentos para la conservación y recuperación de las especies y poblaciones en riesgo de extinción, vulnerables, prioritarias y aquellas de especial importancia ecológica, económica, cultural y social, con énfasis en la conservación de sus hábitats; programas y herramientas de conservación *in situ*; acciones para reducir los principales factores de presión sobre los ecosistemas y especies prioritarias, nativas, en riesgo y vulnerables; incrementar la representatividad de la diversidad genética o germoplasma de especies de importancia ecológica, cultural y económica en las colecciones *ex situ*; prácticas sustentables en los sistemas de producción convencionales, orientándolos hacia sistemas de producción ambientalmente amigables y apoyar aquellos que fomenten el mantenimiento de la diversidad genética. Tercero, el Centro de Integración de la Biodiversidad en el año 2018, en el que participan 6 instituciones, integra 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.

Además de las acciones realizadas con la finalidad de salvaguardia de la diversidad genética se encuentra la promoción para la integración de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) o bien como Predios e Instalaciones que Manejan Vida Silvestre de manera confinada fuera de su hábitat natural (PIMVS), para especies que están incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre (artículo 9 fracción V, artículo 3, 18, 40, 41 y 56) y la Ley de Equilibrio Ecológico. Las UMA son un instrumento normativo que trata de conciliar estrategias de conservación con la generación de fuentes de beneficio económico y con programas estratégicos de promoción y uso sustentable.

Como ejemplo de este tema, se pueden citar algunas actividades específicas, como asistencia a agricultores para mantener la diversidad de achiote en solares y traspatio y reintroducción de materiales de *Agave angustifolia* y *A. inaequidens* en los estados de Jalisco, Michoacán y Guanajuato. Se recabó información para la elaboración del manual de aprovechamiento sustentable de orquídeas en las comunidades de Ruiz Cortines, San Andrés Tuxtla, y Mixtla de Altamirano, en la sierra de Zongolica, en

el cual se plasman las experiencias del trabajo en estas dos comunidades. Los Estudios de inventario realizados permitieron identificar que 444 especies se encuentran en situación de riesgo. Bajo esta condición se detectaron 392 especies en riesgo en las áreas naturales y 52 especies en los sistemas agrícolas tradicionales. Las especies más amenazadas se encuentran dentro de la familia Cactaceae (45.6 %), Asparagaceae (11.9 %) y Orchidaceae (9.9 %).

Como ya fue señalado en la actividad prioritaria que antecede, se requiere como parte del Sistema de Información de Bancos de Germoplasma Mexicano (BanGERMEX), desarrollar un módulo para registrar información de las especies y poblaciones identificadas en peligro de extinción, que permita establecer estrategias de salvaguardia y reducir al mínimo la erosión genética.

Objetivo

- I. Contar con un sistema de vigilancia y alerta para salvaguardia y reducción al mínimo de la erosión de los RFAA.

Actividades

- I. Gestionar apoyo financiero para inventariar especies de RFAA con posible amenaza o riesgo.
- II. Documentar en un módulo del BanGERMEX las especies de RFAA que se encuentran amenazadas o en riesgo para su atención.
- III. Fortalecer los sistemas nacionales que den seguimiento a la salvaguardia y reducción de la erosión genética de RFAA.

Actividad Prioritaria 17. Creación y fortalecimiento de capacidad en materia de recursos humanos.

Situación actual

Durante el periodo del informe 2012-2019, se identificaron 562 personas involucradas en temas de RFAA en diferentes roles de participación, entre los que se encuentran: investigadores, servidores públicos, directivos, profesores, curadores de bancos de germoplasma, coordinadores, técnicos de campo y laboratorio, asesores y expositores. Destaca que el 60% de los involucrados realizan actividades de investigación en RFAA, es decir 337 investigadores de instituciones públicas y privadas.

En México existen 423 instituciones relacionadas con carreras Biológicas y Agronómicas en el nivel de licenciatura y 226 con el nivel de posgrado; en donde, el aprendizaje de la conservación y uso de los recursos genéticos forma parte de sus contenidos curriculares.

Se identificaron 288 actores que 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. De los encuestados 148 (51%) asistieron a seminarios o cursos relacionados en RFAA. Este capital hu-

mano pertenece a 35 instituciones de enseñanza e investigación. 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 Postgraduados con 23 (8%).

Se requiere establecer un vínculo de colaboración entre el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos, en adelante Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas, y las instituciones de educación, con el objetivo de establecer programas educativos orientados a formar investigadores especialistas en RFAA para el manejo en conservación *in situ*, manejo de las actividades de los bancos germoplasma y colecciones de conservación *ex situ*, uso sostenible de los RFAA, fitomejoramiento, tecnología de semillas, aspectos jurídicos y normativos.

En forma general, existe un gran potencial humano y de infraestructura en México dedicado al estudio de los recursos fitogenéticos, pero aún falta la incorporación a las Redes existentes, la formación de nuevas Redes o grupos de trabajo para ampliar el número de cultivos en atención e implementación de otras líneas estratégicas. No obstante, una limitante para esto es el financiamiento insuficiente.

Las prioridades para la próxima década son fomentar las oportunidades de aprendizaje práctico, asesoramiento y formación de dirigentes en los ámbitos de la investigación, actividades normativas a nivel nacional, regional y/o internacional. Así como fomentar cursos de capacitación especializados, incluidos programas de capacitación y asesoramiento de carácter práctico, que se lleven a cabo periódicamente en todas las regiones del país, donde se aborden temas técnicos, incluido la 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.

Objetivo

1. Contar con los recursos humanos con conocimiento en la disciplina de RFAA para aprovechar la riqueza genética en los diferentes cultivos que existe en el país.

Actividades

- I. Fomentar la formación académica de los expertos en RFAA en las Instituciones de educación superior y articulada a las necesidades del país.
- II. Fortalecer el vínculo entre las instituciones de enseñanza y los programas nacionales de atención a los RFAA, que permita establecer programas educativos sólidos en RFAA.
- III. Gestionar la vinculación con la Secretaría de Educación para establecer programas educativos en RFAA desde los niveles básicos de educación.

Actividad Prioritaria 18. Fomento y fortalecimiento de la sensibilización de la opinión pública sobre la importancia de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura

Situación actual

Durante el periodo que abarca el informe 2012-2019, el SINAREFI a través de las Redes implementaron acciones en torno a la sensibilización pública con participación de instituciones gubernamentales, privadas, investigadores, productores, amas de casa y niños. Con esta iniciativa se produjeron videos, calendarios, carteles, cómics, loterías, ferias nacionales y regionales.

En los Planes Estratégicos de cada una de las Redes del SINAREFI hoy Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas se desarrollaron diversas actividades, como la elaboración del Folleto e impartición de Talleres de selección visual de planta y mazorca en maíces nativos; el Foro-Taller para capacitación a Productores de Vainilla; Taller de inicio regional del proyecto GEF de Agrobiodiversidad mexicana en el Estado de Chihuahua; V Taller Internacional sobre Recursos Fitogenéticos; Ferias de Semilla y Foros Regionales.

La Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. en sus Congresos Nacionales e Internacionales cada dos años (2012, 2014, 2016 y 2018) se da difusión de resultados de investigación que obtienen sus asociados en una gran variedad de especies, a través de las diferentes regiones agrícolas de México del conocimiento de los RFAA.

En el ámbito internacional en 2017 México fue sede del Simposio de Recursos Genéticos para las Américas y el Caribe (SIRGEAC) en el que se analizaron y propusieron las tareas prioritarias para la región de manera bianual. La temática del Simposio fue el efecto del Cambio Climático en los Recursos Genéticos. Participaron 327 asistentes provenientes de 27 países de la región.

Otra actividad de carácter internacional fue en diciembre de 2016 cuando México fue sede de la 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, donde el tema principal fue la integración de la Biodiversidad en los sectores productivos (Agrícola, Turismo, Forestal y 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).

Es necesario destinar a la sensibilización de la opinión pública suficientes recursos, tanto humanos como financieros, para que sea eficaz y tenga un alcance adecuado; para lo cual se debe priorizar un programa anual de actividades que permita evaluar el desarrollo de las actividades establecidas y el impacto de sensibilización logrado. Se requiere establecer acciones de colaboración con la Autoridad de educación y con las instituciones especializadas de investigación agrícola, para que se promueva la sensibilización sobre el valor de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y sobre

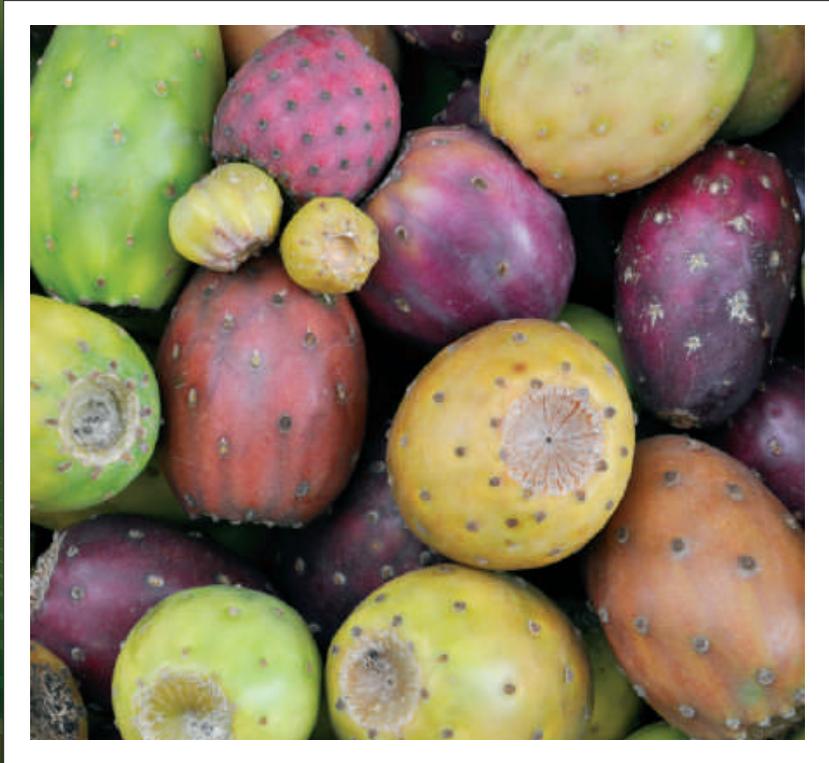
la función de los científicos, los fitomejoradores, los agricultores y las comunidades indígenas y locales en su mantenimiento y mejora.

Objetivo

- I.** Fortalecer las actividades de sensibilización de la opinión pública sobre la importancia de los RFAA.

Actividades

- I.** Gestionar ante la Secretaría de Educación Pública la incorporación de información sobre la importancia de los RFAA en libros de texto de nivel básico, así como, fomentar especialidades a nivel licenciatura y de postgrado.
- II.** Fortalecer las actividades de las Redes con enfoque a la sensibilización de la opinión pública.
- III.** Establecer un programa anual de actividades que permita evaluar el desarrollo de las actividades determinadas y evaluar el impacto de sensibilización logrado.
- IV.** Dar seguimiento y promover actividades de ferias de semilla, foros, muestras agronómicas, y generación de contenido audiovisual para la promoción de la riqueza fitogenética y sobre la función de los científicos, los fitomejoradores, los agricultores y las comunidades indígenas y locales en su mantenimiento y mejora.



LITERATURA CITADA

- BanGERMEX. Sistema de Información de Bancos de Germoplasma Mexicano (2020)** ¿Qué es el BanGERMEX? <https://www.gob.mx/snics/es/articulos/que-es-el-bangermex?idiom=es>
- CONABIO Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2020)** Informe de actividades 2017-2019. CDMX. 38 p.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (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. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. 64 p.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013)** 14ª Reunión ordinaria de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Comisión de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación. CGRFA-14/13/Informe. Roma, Italia. 74 p. <http://www.fao.org/3/mg538s/mg538s.pdf>
- 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. Granda-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-Santos R., J. Cadena-Iñiguez, F.J. Morales-Flores, V.M. Ruiz-Vera, J. Pimentel-López, A. Peña-Lomelí (2015)** Model for the conservation and sustainable use of plant genetic resources in México. *Wulfenia Journal* (22): 333-353. https://www.researchgate.net/profile/Aureliano-Pena-Lomeli/publication/291345420_MODEL_FOR_THE_CONSERVATION_AND_SUSTAINABLE_USE_OF_PLANT_GENETIC_RESOURCES_IN_MEXICO/links/56a1202b08ae24f62701ef16/MODEL-FOR-THE-CONSERVATION-AND-SUSTAINABLE-USE-OF-PLANT-GENETIC-RESOURCES-IN-MEXICO.pdf
- Grin-Global, Germplasm Resources Information Network (2021)** Beltsville (MD): United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. consultado el 30/09/2021.
- INIFAP, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (2015)** El estado de la Biodiversidad para la Alimentación y la Agricultura en México. México 368p.
- Molina M., J. C y L. T. Córdova (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, <https://www.fao.org/3/i1500e/Mexico.pdf>
- Ramírez-Galindo J., J. G. Cruz-Castillo, C. Gallegos-Vázquez, M. Espíndola-Barquera, R. Nieto-Ángel, C.H. Avendaño Arrazate, J.L. Domínguez-Álvarez, A. Villegas-Monter, C: Ávila-Reséndiz, J. Arreola-Ávila, M.A. Armella-Villalpando, L. M. Hernández-Fuentes, J.S. Padilla-Ramírez, M. Betancourt-Olvera, J.L. Moreno Martínez, y A.R. Méndez-Valverde (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)** ¿Quiénes somos? <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/carteles/12943-red-recursos-fitogeneticos/file>
- SADER, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2020)** Acciones y Programas. https://www.gob.mx/agricultura/archivo/acciones_y_programas
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2018)** Convocatoria del Centro de Integración de la Biodiversidad de SAGARPA: Capacitación para integración del valor de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en cadenas de valor de productos agroalimentarios. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/384489/Convocatoria_cadenas_de_valor_FIN.PDF
- SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020)** Acciones y Programas. https://www.gob.mx/semarnat/archivo/acciones_y_programas
- SNICS, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (2018)** Informe de Rendición de Cuentas de Conclusión de la Administración 2012-2018. CDMX. 57 p.
- SNICS, 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 p.
- Solís A. G., L. Córdova, D. Reyes, L. Alcaraz, J. F. Gómez, R. Lépez, E. Espitia, M. Tovar, M. Hernández, & J. C. Pérez (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. 88 p.
- Solís A. G., L. M. Mera, D. Castro, L. L. Pinzón, R. Noguez, E. Casanova & A. R. Méndez (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, Sociedad Mexicana de Fotogenética, A.C. (2018)** Acta Fitogenética. Nicacio Cruz Huerta e Ivan Ramírez (Eds). 5:5-306.
- Vera-Sánchez, KS, J. Cadena-Iñiguez, L. Latournerie-Moreno, J.F. Santiaguillo- Hernández, A. Rodríguez Contreras, F.A. Basurto-Pena, D. Castro-Lara, E. Rodríguez-Guzmán, P. López- López, E. Ríos-Santos (2016)** Conservación y utilización sostenible de las Hortalizas Nativas de México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, México. 132p.

