

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

MEXICO



RECURSOS FITOGENÉTICOS EN
MÉXICO
PARA LA ALIMENTACIÓN Y
LA AGRICULTURA

INFORME NACIONAL 2006

Compilado y Editado por:
Juan C. Molina Moreno y Leobigildo Córdova Téllez

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA

Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C., SOMEFI

Nota de información de la FAO

El presente informe nacional ha sido preparado por las autoridades nacionales del país como parte del proceso preparatorio del Segundo Informe sobre el Estado Mundial de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Conforme a la petición de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) pone este documento a disposición de las personas interesadas, pero la responsabilidad del mismo es únicamente de las autoridades nacionales. Los datos que contiene el informe no han sido verificados por la FAO y las opiniones expresadas en él no representan necesariamente el punto de vista o la política de la FAO.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la FAO, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. Las opiniones expresadas en esta publicación son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la FAO.

Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura Informe Nacional 2006/Compilado y editado por Juan C. Molina Moreno y Leobigildo Córdova Téllez. Chapingo, México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. 2006.

172 p.: il.

631.521 INF

SB123.3

R4

Revisores:

Leopoldo E. Mendoza Onofre, Agustín López Herrera, Aureliano Peña Lomelí y Salvador Bravo.

ISBN: 968-6521-04-6

I. Germoplasm resources, plant. Genetic resources conservation 3. Agrobiodiversity-conservation. 4. Food consumption – México I. Molina Moreno, Juan C., comp. II. Córdova Téllez, Leobigildo, comp. III. México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. IV. Sociedad Mexicana de Fitogenética.

Primera edición: 2006

SOCIEDAD MEXICANA DE FITOGENÉTICA, A. C.

Apartado Postal 21

Chapingo, Edo. de México

56 230, México

www.somefi.org

Cita correcta: Molina M., J. C y L. Córdova T. (eds.). 2006. Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe Nacional 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. 172p.

Esta obra consta de 1 000 ejemplares

se terminó de imprimir en el mes de noviembre de 2006

en: México, D. F.

Prohibida su reproducción parcial o total sin el permiso escrito de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA, Sociedad de Mexicana de Fitogenética, A. C., SOMEFI y/o de sus editores.

Impreso en México / Printed in Mexico

CONTENIDOS

SIGLAS Y ACRÓNIMOS	8
---------------------------	----------

PRESENTACIÓN	11
---------------------	-----------

CAPÍTULO 1

LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS DE MÉXICO	13
---	-----------

1.1 Resumen	13
1.2 Introducción	14
1.3 Condiciones naturales	14
1.4 Principales especies cultivadas	15
1.4.1 Especies autóctonas anuales	16
1.4.2 Especies autóctonas perennes	18
1.4.3 Especies introducidas anuales	21
1.4.4 Especies introducidas perennes	22
1.5 Especies potenciales	25
1.5.1 Especies autóctonas	25
1.5.2 Especies introducidas	26
1.6 Interdependencia en recursos fitogenéticos	26
1.7 Conclusiones	27
1.8 Literatura consultada	28

CAPÍTULO 2

CONSERVACIÓN <i>IN SITU</i>	30
------------------------------------	-----------

2.1 Resumen	30
2.2 Introducción	31
2.3 Recursos institucionales y humanos	32
2.4 Proyectos desarrollados	32
2.5 Zonas protegidas y su estado	34
2.6 Mejoramiento participativo	37
2.7 Familias, géneros y especies estudiadas <i>in situ</i>	38
2.7.1 En los hábitats naturales	38
2.7.2 En los sistemas agrícolas tradicionales	41
2.7.3 Comparativo con la diversidad vegetal de México	44
2.8 Recursos alimenticios estudiados <i>in situ</i>	45
2.8.1 En los hábitats naturales	45
2.8.2 En los sistemas agrícolas tradicionales	47
2.9 Recursos fitogenéticos con otros usos	48
2.9.1 En los hábitats naturales	49
2.9.2 En los sistemas agrícolas tradicionales	50
2.10 Estado de los recursos fitogenéticos estudiados <i>in situ</i>	51
2.10.1 En los hábitats naturales	51
2.10.2 En los sistemas agrícolas tradicionales	53
2.11 Documentación	56
2.12 Conclusiones	57
2.13 Recomendaciones	58

ANEXOS **61**

CAPÍTULO 3

CONSERVACIÓN EX SITU **67**

3.1 Resumen	67
3.2 Introducción	68
3.3 Colección de semillas	68
3.3.1 Cuartos fríos	68
3.3.2 Resto de colecciones	72
3.4 Colecciones de trabajo	74
3.5 Colecciones de campo	76
3.6 Colecciones <i>in vitro</i>	80
3.7 Colección en jardines botánicos	82
3.8 Consideraciones generales	83
3.9 Conclusiones y recomendaciones generales	85
3.9.1 Conclusiones	86
3.9.2 Recomendaciones	86

ANEXOS **88**

CAPÍTULO 4

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS **109**

4.1 Resumen	109
4.2 Introducción	109
4.3 Utilización de las accesiones en los bancos de germoplasma	110
4.4 Estudios de usos potenciales	112
4.4.1 Estudios etnobotánicos	112
4.4.2 Estudios de bioprospección	114
4.4.3 Análisis y aislamiento de genes	115
4.4.4 Estudios de diversidad	116
4.4.5 Estudios de clasificación	116
4.4.6 Estudios de caracterización	117
4.4.7 Estudios de evaluación	119
4.5 Actividades de premejoramiento	120
4.5.1 Programas de mejoramiento genético	122
4.6 Programas de producción y suministro de semillas	126
4.7 Conclusiones	126
4.8 Recomendaciones	127

CAPÍTULO 5

FLUJO DE GERMOPLASMA **130**

5.1 Resumen	130
5.2 Introducción	130
5.3 Observaciones sobre el flujo de las accesiones de germoplasma	131
5.3.1 Observaciones generales	131
5.3.2 Total de Proyectos (TP) registrados en cada región	131
5.3.3 Observaciones generales	132
5.3.4 Total de Proyectos (TP) registrados en cada región	132
5.4 Ámbito del flujo de los materiales	133
5.5 Muestras transmitidas	134
5.5.1 Ámbito institucional	134

5.5.2 ámbito nacional	134
5.5.3 Ámbito internacional	134
5.6 Análisis del flujo de materiales a nivel estatal	135
5.6.1 Ámbito institucional	135
5.6.2 Ámbito nacional	135
5.6.3 Ámbito internacional	135
5.7 Análisis del flujo de materiales a nivel estatal	135
5.8 Flujo de materiales con relación a los taxa y usos involucrados	139
5.9 Observaciones particulares relativas al flujo de accesiones vinculadas a proyectos elacionados con la conservación <i>ex situ</i> e <i>in situ</i>	141
5.9.1 Aclaraciones pertinentes	142
5.9.2 Comentarios finales, conclusiones y recomendaciones	142

CAPÍTULO 6

INSTITUCIONES Y CREACIÓN DE CAPACIDADES

144

6.1 Resumen	144
6.2 Introducción	145
6.3 Instituciones	145
6.4 Recursos humanos	146
6.5 Capacitación	150
6.6 Formación de redes	153
6.7 Conclusiones	156
6.8 Recomendaciones	157

ANEXOS

158

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ANP	Áreas Naturales Protegidas
BUAP	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
CE	Campos Experimentales
CP	Colegio de Postgraduados
CBD	Convención sobre la Biodiversidad
CBTA	Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario
CES	Centro Ecológico de Sonora
CESAEGRO	Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero
CESV	Comité Estatal de Sanidad Vegetal
CFS	Colegio de la Frontera Sur
CIAD	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIATEJ	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco
CIB	Centro de Investigaciones Biológicas
CIBNOR	Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste
CICTAMEX	Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del aguacate en el estado de México
CICY	Centro de Investigación Científica de Yucatán
CIIDIR	Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CINVESTAV	Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
COCYTQRO	Consejo de Ciencia y Tecnología de Querétaro
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CSAEGRO	Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero
CUCBA	Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
CUCSUR	Centro Universitario de la Costa Sur
CUIDA	Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario, Universidad de Colima
DE"OPB"	Dirección de Ecología de Othon P. Blanco
ECOSUR	El Colegio de la Frontera Sur
EMGSA	Empresa de Mejoramiento Genético, S.A.
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FCA	Facultad de Ciencias Agrícolas
FMVZ	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
FP	Fundación Produce
FSSC	Fundación Salvador Sánchez Colín
GEA	Grupo de Estudios Ambientales
GIISE	Grupo Interdisciplinario de Investigación Sechium Edule
IBG	Infraestructura Básica Ganadera
ICAMEX	Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México
IE	Instituto de Ecología



IEAC-CRB	Instituto de Ecología, A.C.- Centro Regional Bajío
IHNYE	Instituto de Historia Natural y Ecología
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IICAAYF	Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal
IYCAAYFEM	Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México
IMAYDS	Instituto del Medio Ambiente y el Desarrollo Sustentable del Edo. Sonora
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
ININ	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
IPGRI	Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos
IPICYT	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
IPN	Instituto Politécnico Nacional
IRRI	Instituto Internacional para la Investigación en Arroz
ISIMA	Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera
IT	Instituto Tecnológico
ITA	Instituto Tecnológico Agropecuario
ITLL	Instituto Tecnológico el Llano
ITS"FCP"	Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto
ITVY	Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui
JB"FPR"	Jardín Etnobotánico "Francisco Peláez R."
NOM	Norma Oficial Mexicana
RBGKEW	Herbario Kew del Real Jardín Botánico
RFAA	Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en México
RFP	Recursos Financieros Privados
RTP	Regiones Terrestres Prioritarias
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SCAR"TT"	Sociedad Cooperativa Agropecuaria Regional "Tosepan Titataniske "
SDAFP	Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca
SEDENA	Secretaría de la Defensa Nacional
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SFA	Secretaría de Fomento Agropecuario
SIGA	Subdirección de Investigación y Graduados Agropecuarios
SINAREFI	Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos
SNICS	Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas
SOMEFI	Sociedad de Mexicana de Fitogenética, A. C.
SSS	Sociedad de Solidaridad Social
Tec. Mérida, Yuc.	Instituto Tecnológico de Mérida, Yucatán
Tec. Tuxtla Gtz., Chis.	Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
UAAAN	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
UABC	Universidad Autónoma de Baja California
UABCS	Universidad Autónoma de Baja California Sur
UACAM	Universidad Autónoma de Campeche
UACH	Universidad Autónoma Chapingo
UACH-CRUCEN	Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional Universitario Centro Norte
UACH-CRUCO	Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional Universitario Centro Occidente
UACH-CRUO	Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional Universitario Oriente
UACH-CRUOC	Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional Universitario Occidente

UACH-CRUS	Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional Universitario Sur
UACH-CRUSE	Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional Universitario Sureste
UACHI	Universidad Autónoma de Chihuahua
UACH-URUZA	Universidad Autónoma Chapingo-Unidad Regional Universitaria Zonas Áridas
UADY	Universidad Autónoma de Yucatán
UAEM	Universidad Autónoma del Estado de México
UAEMOR	Universidad Autónoma de Morelos
UAGRO	Universidad Autónoma de Guerrero
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
UAQRO	Universidad Autónoma de Querétaro
UAS	Universidad Autónoma de Sinaloa
UASLP	Universidad Autónoma de San Luis Potosí
UAT	Universidad Autónoma de Tlaxcala
UAT	Universidad Autónoma de Tamaulipas
UATAB	Universidad Autónoma de Tabasco
UAV	Universidad Atenas Veracruzana
UAZ	Universidad Autónoma de Zacatecas
UC	Universidad de Colima
U DE LA SIERRA	Universidad de la Sierra
UGTO	Universidad de Guanajuato
UJAT	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
UJEDGO	Universidad Juárez del Estado de Durango
UMAO	Unidad de Manejo Ambiental Orquidario La encantana
UMA-XEL HA	Unidad de Manejo Ambiental Hel-ha
UMSNH	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
UNACH	Universidad Autónoma de Chiapas
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM-IB	Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Biotecnología
US	Universidad de Sonora
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
UV	Universidad Veracruzana
VCFCH	Vivero Cuenca Forestal Chuina, S.P.R.

PRESENTACIÓN



La riqueza biológica de México es ampliamente reconocida a nivel mundial; en particular, algunos de los recursos fitogenéticos, como el maíz, el frijol, la calabaza, el chile, la papaya, el algodón, y la vainilla entre otros, han contribuido de manera sobresaliente a la alimentación y desarrollo de la humanidad. Desde la segunda mitad del siglo pasado, con la colecta de las diferentes razas de maíz y principalmente en las últimas cuatro décadas se ha realizado una buena cantidad de trabajos enfocados al conocimiento y uso de la flora útil en México, de manera particular cabe citar los trabajos incluidos en el documento **Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe Nacional**, publicado en el año 2000 por la Sociedad Mexicana de Fitogenética, SOMEFI. No obstante, aún no existía un diagnóstico que dimensionara de manera convincente el tamaño de la riqueza fitogenética de México. En este contexto, con el apoyo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA, se elaboró este documento, considerado como el Segundo Informe Nacional sobre los Recursos Fitogenéticos de México.

El trabajo se desarrolló a nivel nacional durante 2005-2006 teniendo como referencia la definición de las regiones terrestres prioritarias de México de la CONABIO. No obstante, para efectos prácticos, el territorio nacional fue dividido en cinco regiones: 1) **Noreste** (Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas); 2) **Centro** (Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro y San Luis Potosí); 3) **Centro-Sur** (Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala y Veracruz); 4) **Sureste** (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán); 5) **Noroeste** (Baja California Norte, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora). Cada región estuvo coordinada por un especialista del tema, conocedor de la misma, y dos auxiliares, los responsables de aplicar los cuestionarios.

Los datos de los cuestionarios aplicados a académicos e investigadores de 205 entidades, fueron procesados y dieron origen a una base de datos disponible en (<http://www.somefi.org>), que se conformó con la información de 580 encuestas de un total de 636, y fue el soporte de este documento elaborado por diez investigadores relacionados con el tema.

La obra está conformada por seis capítulos: 1. Contexto Nacional. Los recursos fitogenéticos en México; 2. Conservación *in situ*; 3. Conservación *ex situ*; 4. Utilización de los recursos fitogenéticos; 5. Flujo de germoplasma; 6. Instituciones y creación de capacidades. A lo largo de sus páginas se documenta la diversidad de más de 300 géneros; no obstante, aún hay especies que no figuran en las estadísticas oficiales, como se señala en el primer capítulo, es decir, la potencialidad de los recursos fitogenéticos tanto nativos como introducidos todavía puede ser mayor. En el segundo capítulo se da información acerca de la conservación *in situ*, tanto en condiciones naturales como en sistemas de agricultura tradicional, se reportan 63 instituciones y 85 investigadores con una proporción de 58.4% y 41.6% de sus actividades para condiciones naturales y sistemas agrícolas tradicionales respectivamente; asimismo, los datos informan de 73 familias en total y de 52 que se conservan en su hábitat natural, y su proporción a nivel región; finalmente, se señala que la conservación *in situ* está más enfocada a las especies con mayor grado de manejo y poco se atiende las que tienen mínima relación con la alimentación y, sobre todo, aquellas con cierto grado de amenaza. El tipo de conservación más extendido en México es el *ex situ* (Capítulo 3); se reportan 276 945 accesiones con 54 945 como colección de semillas en cuartos fríos, 52 268 colección de semillas en bodegas, 69 931 colecciones de trabajo, 60 847 colecciones de campo; 19 769 *in vitro* y 19 185 en jardines botánicos; de éstas, la colección de semillas es la mejor resguardada; y ocupa el 54% de la capacidad instalada, 2 354 m³, en 22 cuartos fríos que representan la mejor infraestructura existente en el país; sin embargo, aún se está lejos de contar con las mejores condiciones en términos de humedad relativa, temperatura y equipo. En el Capítulo 4, se hace referencia al mejoramiento genético, a la prospección biológica, a la evaluación y a la caracterización, así como a los estudios de uso potencial de los recursos fitogenéticos de México; la información de éste y el Capítulo 5 es determinante para borrar la percepción de la poca importancia del tema; así, se observa que la transferencia de los materiales genéticos conservados en México tiene un movimiento equiparable al que ocurre a nivel mundial, con 469 908 muestras intercambiadas, de las cuales 412 862 salen de las instituciones y 57 046 entran, (es importante señalar que estas cifras incluyen materiales de vivero, para reforestación); no obstante, el intercambio internacional es apenas del 4% que sale y 7% que entra al país. En relación con las instituciones y creación de capacidades (Capítulo 6), se ha documentado que existen más de 200 entidades que trabajan el tema, que la mayoría de los proyectos corresponden a las universidades y que la mayor concentración de la infraestructura física y humana está ubicada en la Región Centro de México. Los datos relacionados con la capacitación deben ser tomados con cierta reserva, toda vez que se incluyeron cursos que poco o nada tienen que ver con los recursos fitogenéticos. Este documento se debe considerar como una aproximación al

conocimiento de la diversidad fitogenética del territorio nacional; en ese sentido, es perfectible, de modo que cada vez se tendrá una mayor cercanía a la dimensión real de los recursos fitogenéticos de México.

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

Juan Celestino Molina Moreno
Presidente de SOMEFI 2005-2006

LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS DE MÉXICO



Rogelio Lépiz Ildelfonso y Eduardo Rodríguez Guzmán

Profesores Investigadores
 Instituto de Manejo y Aprovechamiento de Recursos Fitogenéticos (IMAREFI)
 Departamento de Producción Agrícola
 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA)
 Universidad de Guadalajara

1.1 Resumen

La combinación de numerosos climas, la diversidad florística nativa y la presencia de grupos humanos desde hace más de 30 000 años, han favorecido la evolución de las plantas, el endemismo y la domesticación de varias especies vegetales en México. Esta diversidad florística nativa permitió el florecimiento de las culturas prehispánicas, mismas que a la llegada de los españoles cultivaban y utilizaban un gran número de especies como maíz, frijol, chile, calabaza, amaranto, cacao, etcétera. A la fecha, las especies autóctonas de interés antropocéntrico registradas en las estadísticas agrícolas nacionales son 50, de las cuales 24 corresponden a cultivos anuales y 26 a plantas perennes. Este grupo de por sí amplio, no incluye numerosas especies con valor de uso en las comunidades rurales. Las especies nativas anuales cultivadas, se cosechan en 10'141 287 ha (50.41% del total nacional), con 35'197 325 toneladas de producto y un valor de la cosecha de 58 116 millones de pesos mexicanos, equivalentes a 30.20% del total nacional. El maíz y el frijol son por mucho las dos especies autóctonas de mayor importancia económica y social, con 9.426 millones de hectáreas y 40 684 millones de pesos; adicionalmente, estas dos especies tienen a México como centro de origen, y son dos de las grandes aportaciones mesoamericanas a la agricultura y alimentación mundiales. Otros cultivos anuales con una aportación significativa al valor de la cosecha nacional, son: chile, calabacita y algodón hueso. Entre las especies de menor significado económico, pero de gran valor en la alimentación nacional, se pueden señalar: amaranto, chíca, chilacayote, epazote, guaje, huahuzontle, pápalo, quelite, romerito y verdolaga. Por lo que concierne a las especies nativas perennes, en 2003 se cosecharon 283 895 ha (1.41% del total nacional), con una producción de 3'498 701 toneladas y un valor de la cosecha de 15 084 millones de pesos (7.84% del total anual). En este grupo destacan de manera especial el aguacate Hass con 84 483 ha en cosecha y un valor de la producción de 5 021 millones de pesos, y el agave tequilero, con una superficie plantada de 101 687 ha y un valor de la producción de 3 254 millones de pesos anuales. Cultivos con poca superficie y alto valor de la cosecha son agave mezcalero, chayote, nopalitos y papaya. Estos cultivos de alta productividad muestran una tendencia de mayor demanda, por lo que se espera un crecimiento de las áreas sembradas y de las cosechas producidas. Por otra parte, es justo señalar también la importancia de las especies cultivadas introducidas. De 229 especies cultivadas en México, 179 corresponden a cultivos introducidos (108 anuales y 71 perennes), con 9.694 millones de hectáreas cosechadas (48.18% del total nacional) y 119 221 millones de pesos del valor de la producción (61.96%). El sorgo es por mucho la especie más importante del grupo de cultivos anuales introducidos, con más de dos millones de hectáreas cosechadas y un valor de la producción de casi nueve mil millones de pesos. En segundo lugar se ubican los cultivos de papa y jitomate, ambos con superficie cosechada de alrededor de 50 000 ha, pero con alto valor de la cosecha, 7 054 y 5 917 millones de pesos anuales, respectivamente. Es importante señalar, que no obstante el origen andino del jitomate, la domesticación de esta planta de relevancia mundial como hortaliza, se llevó a cabo en México. En el grupo de cultivos perennes destaca, por encima de todos, la caña de azúcar, con una superficie cosechada de 658 186 ha y un valor de la cosecha de 15 038 millones de pesos anuales. Otras especies perennes importantes son alfalfa, café cereza, uva de mesa y limón agrio, con una aportación en cada caso mayor, a 2 000 millones de pesos anuales. Algunas de las especies introducidas hace 500 años, han desarrollado numerosos ecotipos locales con adaptación propia, a través de un proceso de selección o

mejoramiento empírico. Se puede aseverar que algunas de las especies introducidas han generado un centro secundario de diversidad, como es el caso del mango, guayaba, limón, durazno, sorgo, arroz, trigo, cebolla, haba, etcétera, especies que desde el punto de vista de recursos fitogenéticos, deberían tener mayor atención. El análisis sobre el valor y uso de los recursos fitogenéticos, permite concluir que todos los países sin excepción, tienen una interdependencia de este recurso tanto para la producción de alimentos, y otros bienes de origen vegetal, como para el desarrollo de nuevos cultivares a través del mejoramiento genético. También es útil para recordar que la diversidad de los recursos fitogenéticos es finita, que tiene un valor ético y económico para la humanidad, que se está erosionando de manera permanente y en algunos casos desapareciendo para siempre por prácticas inadecuadas e insostenibles. En consecuencia, el reto es conocerlo, conservarlo y utilizarlo en forma racional, con equidad, en bien de la presente y futuras generaciones de la humanidad.

1.2 Introducción

La República Mexicana presenta variadas condiciones climáticas, consecuencia de su posición geográfica en el Hemisferio Norte, sus diferencias en latitud, sus numerosos accidentes geográficos con diferente altitud y la existencia de mares que circundan gran parte del territorio nacional. Las variadas condiciones naturales ofrecen numerosos ambientes para el florecimiento de un gran número de especies de plantas, razón por la cual el país posee una de las biotas más diversas y es considerado uno de los 17 países megadiversos del mundo.

La existencia de una gran diversidad vegetal y de numerosos grupos humanos desde hace más de 30 000 años en el país, permitieron el uso y domesticación de un amplio número de especies, algunas de las cuales, como maíz, frijol, chile, cacao, algodón, aguacate, etc., han sido valiosos aportes a la agricultura y alimentación mundial.

Igualmente, las variadas condiciones agroclimáticas han posibilitado el cultivo comercial de 50 especies nativas, sin contar al numeroso grupo de plantas cultivadas o con algún valor de uso local. De forma similar, se ha posibilitado la introducción de 179 especies cultivadas, que han ampliado las opciones de siembra de los productores agrícolas, con una contribución importante a la alimentación y economía nacionales. En algunas de las especies introducidas se han desarrollado grupos secundarios de diversidad que han enriquecido los recursos fitogenéticos disponibles para la alimentación y la agricultura.

Por otra parte, todos los países sin excepción, mantienen una interdependencia en recursos fitogenéticos tanto para la producción de alimentos, como para la generación de otros bienes de origen vegetal, así como para el desarrollo de nuevos cultivares a través del mejoramiento genético.

En los temas que se han señalado, el presente Capítulo tiene el propósito de presentar mayor información y hacer una discusión de los aspectos considerados relevantes. El objetivo es poner en perspectiva el valor de la contribución de los numerosos cultivos autóctonos e introducidos a la producción de alimentos y otros bienes de origen vegetal, en el contexto nacional.

1.3 Condiciones naturales

El territorio mexicano se ubica en su gran mayoría en América del Norte, entre los paralelos 14° 30' y 32° 43' de latitud norte y los meridianos 86° 42' y 118° 27' de longitud oeste. Tiene una extensión de 1'959 375 km², con un perímetro de 15 818 km, de los cuales 11 122 corresponden a litorales y 4 696 a fronteras con los Estados Unidos por el norte (94%) y Guatemala y Belice (6%) por el sur. Del total de las 195.8 millones de hectáreas de superficie terrestre, 24 millones (12%) se consideran aptas para la agricultura, 105 millones para la ganadería (54%), 50 millones (26%) para la actividad forestal y las 16.8 millones restantes (8%) se dedican a otros usos.

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

Aunque se desconoce el número exacto de especies que integran la flora nativa mexicana, las estimaciones van desde 20 000 (Rzedowski, 1998) hasta 30 000 (CONABIO, 1996, citado por Ramírez *et al.*, 2003) especies de plantas vasculares. De acuerdo con INEGI (<http://mapserver.inegi.gob.mx>), existen siete grandes grupos de vegetación, desde los tipos acuáticos y subacuáticos hasta los matorrales desérticos, con un total de 35 subdivisiones. Más información sobre las condiciones naturales de la República Mexicana, se puede consultar en Ramírez *et al.* (2003).



Por otra parte, la llegada del hombre al Continente Americano hace más de 30 000 años, la formación de numerosos grupos étnicos, el desarrollo de vastas culturas en la región Mesoamericana en general y en México en particular (Castillo, 2004) y la práctica de la agricultura a lo largo de 10 000 años sustentada por la diversidad florística, han desempeñado un papel importante en la domesticación, conservación y dispersión de las especies endémicas cultivadas que hoy se conocen. Algunas de estas plantas de origen mesoamericano, región donde México ocupa la porción más importante, han hecho una contribución significativa a la agricultura y alimentación mundiales; entre ellas destacan maíz, frijol, chile, calabaza, amaranto, cacao, etc. En este aspecto es importante resaltar lo ocurrido con jitomate, hortaliza de origen andino y de relevancia mundial, cuya domesticación se llevó a cabo en México.

1.4 Principales especies cultivadas

La diversidad florística nativa permitió el florecimiento de las culturas prehispánicas, que a la llegada de los españoles cultivaban y utilizaban especies como maíz, frijol, chile, tomate verde, calabaza, amaranto, cacao, etcétera. A la fecha, las especies nativas de interés antropocéntrico registradas en las estadísticas agrícolas nacionales son 50, correspondiendo 24 a cultivos anuales y 26 a plantas perennes (SAGARPA, 2003). Este grupo no incluye a muchas especies de interés regional o con algún valor de uso en las comunidades (Martínez *et al.*, 2001; Mejía y Espinoza, 2003).

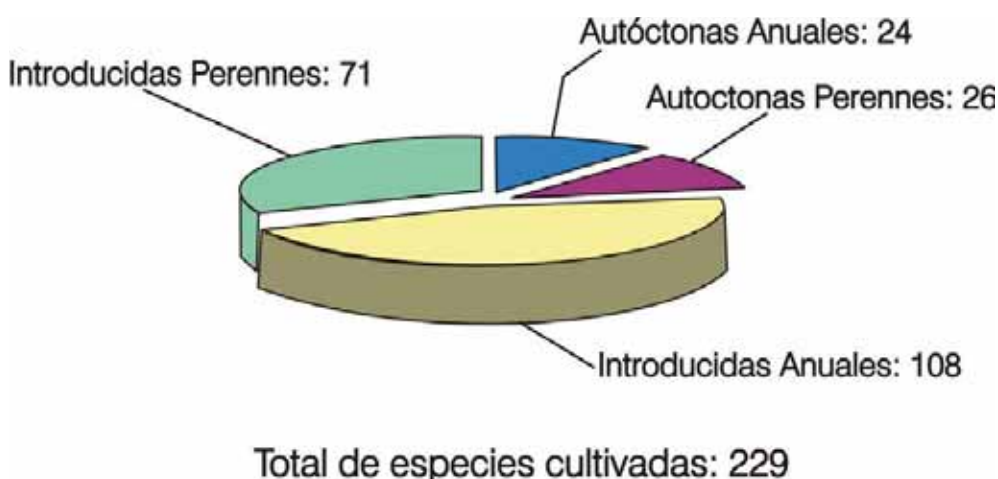
De igual forma, las variadas condiciones agroecológicas de México, han permitido la introducción, adaptación y cultivo de un gran número de especies anuales y perennes, que han ampliado de manera significativa la diversidad genética y las opciones de siembra, contribuyendo de manera importante a la producción de alimentos, fibras, forrajes, ornamentales, medicinas, tinturas, saborizantes, etcétera.

Los Cuadros 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4 muestran la importancia económica de las 229 especies de plantas cultivadas en México, tanto nativas, como introducidas (Figura 1.1). Si se considera que 95% del total de las calorías para la alimentación humana mundial provienen de 30 cultivos mayores (FAO, 1998), el número de 229 especies de plantas cultivadas en México con diferentes propósitos, es en verdad grande y diversificado. De acuerdo con SAGARPA (2003), en 2003 se cosecharon en total 20.119 millones de hectáreas de cultivos (Figura 1.2), con un valor total de la producción de 192 421 millones de pesos (Figura 1.3).

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

FIGURA 1.1

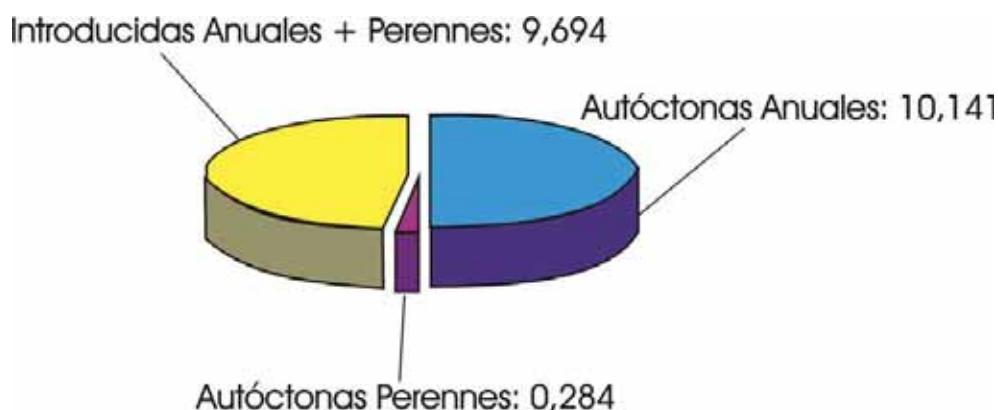
Número de especies de plantas cultivadas en México, autóctonas e introducidas. Año 2003.



Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA

FIGURA 1.2

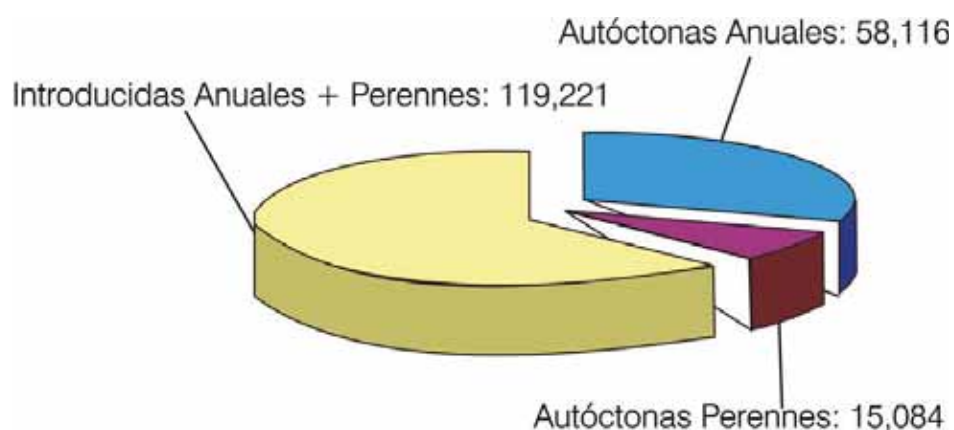
Superficie cosechada en millones de hectáreas, de las especies de plantas cultivadas en México, autóctonas e introducidas. Año 2003



Fuente: Servicio de Información y estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA

FIGURA 1.3

Valor de la producción en millones de pesos de las especies de plantas cultivadas en México, autóctonas e introducidas. Año 2003



Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA.

Es importante señalar que algunas de las especies consideradas como autóctonas, no son exclusivas del territorio nacional, se extienden a la región natural conocida como Mesoamérica. Este es el caso de los cultivos de maíz, frijol, chile, chayote, camote, papaya, aguacate, algodón, cacao, calabaza, yuca, etc., cuya dispersión se extiende a los países centroamericanos; por otra parte, poblaciones nativas de amaranto, girasol, nopal, nogal, etc., se distribuyen hasta el sur de los Estados Unidos de Norteamérica.

1.4.1 Especies autóctonas anuales

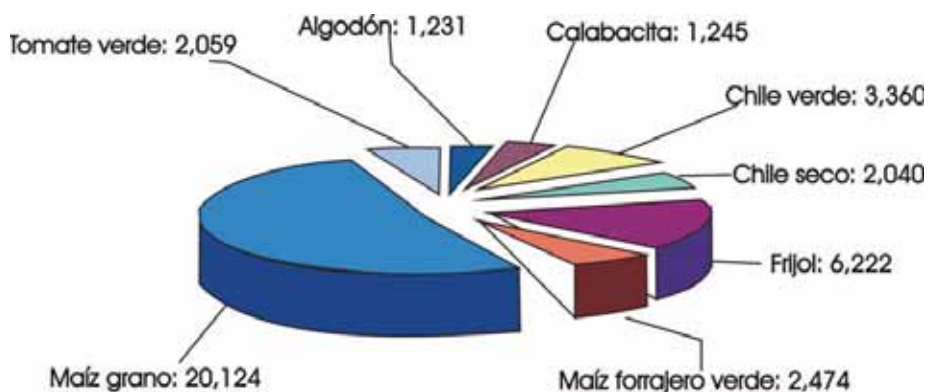
Las especies nativas de interés económico registradas en las estadísticas de producción nacional, son 50 en total (SAGARPA, 2003). De éstas, 24 corresponden a cultivos anuales (Cuadro 1.1), con una superficie cosechada total anual de 10'141 287 ha (50.41% del total nacional), 35'197 325 toneladas de producto y un valor de la producción de 58 116 millones de pesos mexicanos equivalentes a 30.20% del total nacional anual (SAGARPA, 2003).

Por superficie cosechada y valor de la producción, el maíz y el frijol son por mucho las dos especies autóctonas de mayor importancia económica con 9.426 millones de hectáreas y 40 684 millones de pesos (Cuadro 1.1 y Figura 1.4), cifras que equivalen al 92.95 y 70.00% del total anual de este grupo, respectivamente. Adicionalmente, estas dos especies

tienen a México como centro de origen, de diversidad y domesticación (Doebley, 2004, Gepts y Debouck, 1991) y desde tiempos prehispánicos han sido y con seguridad seguirán siendo base económica y alimentaria del pueblo mexicano. El maíz y el frijol son dos de las grandes aportaciones mesoamericanas a la agricultura y alimentación mundiales, pues según los informes de FAO (1998), ambas especies forman parte de los 30 cultivos más importantes en la producción mundial de alimentos; en la tabla de posiciones, el maíz ocupa el tercer lugar y el frijol el número 16.

FIGURA 1.4

Valor de la producción en miles de millones de pesos de las principales especies autóctonas anuales. Año 2003



Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA.

El maíz está representado en México por 41 razas y múltiples variedades nativas, con diferentes características y usos (Ortega *et al.*, 2003). Se cultiva en todos los estados de la república y en muy diversas condiciones, con mayor superficie y producción en los estados de México, Jalisco, Chiapas, Veracruz y en los últimos años, Sinaloa. Desafortunadamente, la diversidad nativa está sufriendo una severa erosión, entre otras causas por el proceso de adopción de variedades mejoradas, la sustitución del cultivo por otros más remunerativos o por la migración de los campesinos a las ciudades y a los Estados Unidos de Norteamérica. De acuerdo con el INEGI, citado por Ortega *et al.* (2003), en los estados de mayor producción de maíz el 70% de la superficie se siembra con semilla de variedades mejoradas.

El caso del frijol es similar al del maíz. Presenta una amplia variabilidad genética dentro del acervo genético mesoamericano, tanto de formas cultivadas como silvestres. La diversidad genética se ha organizado en tres grupos raciales: razas Mesoamérica (arbustivos tropicales), Jalisco (trepadores en asociación con maíz) y Durango (arbustivos postrados) (Singh *et al.*, 1991). Se cultiva en todos los estados, destacando por sus aportaciones Zacatecas, Durango, Sinaloa y Chiapas (SAGARPA, 2003). Las variedades mejoradas si bien han sido un factor de incremento de los rendimientos y beneficio para los productores, también han contribuido a la reducción de la diversidad genética; esto es particularmente cierto en las regiones de mejores condiciones de siembra como Sinaloa, Nayarit y Guanajuato y en algunas áreas temporeras de Chihuahua, Durango y Zacatecas. En Jalisco, Michoacán, México y Puebla, con grandes áreas dedicadas a frijol asociado con maíz en el pasado reciente, la modernización del cultivo de maíz (uso de semillas mejoradas, herbicidas y mecanización), ocasionaron la salida de la leguminosa del sistema. En frijol, destaca la enorme variabilidad genética de las formas silvestres de *Phaseolus vulgaris* (Lépiz *et al.*, 2004), así como la existencia de más de 90 especies del género *Phaseolus* en el país (Freytag y Debouck, 2002). La riqueza genética de las formas silvestres, todavía no está bien representada, y menos aún evaluada en los bancos de germoplasma.

Los otros cultivos importantes en la alimentación nacional y con una aportación significativa en millones de pesos al valor de la cosecha, en orden descendente son: chile (7 410 millones, integrados por chile verde 5 244 y chile seco 2 166), tomate verde (2 059), calabaza (1 801 millones, integrados por calabacita 1 466 y calabaza 335) y algodón hueso (1 231) (Figura 1.4). Es importante señalar el alto valor de la cosecha por unidad de siembra del segundo grupo de cultivos anuales, pues apenas con 305 410 ha cosechadas, registran un valor de la producción de 12 501 millones de pesos. Por otra parte, los cultivos de yuca, camote, girasol y algodón hueso, de poca superficie cosechada en México Cuadro 1.1 también pertenecen al selecto grupo de las 30 especies de mayor contribución a la alimentación mundial (FAO, 1998).

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



base en esta información, no se espera un incremento sustancial en la demanda y cosecha de estos productos.

En México, la yuca alimenticia es un cultivo un tanto desconocido para la alimentación humana y animal. No obstante, Con tecnología adecuada y una buena promoción, esta especie puede transformarse en un cultivo de gran importancia para la obtención de carbohidratos en las áreas tropicales del país.

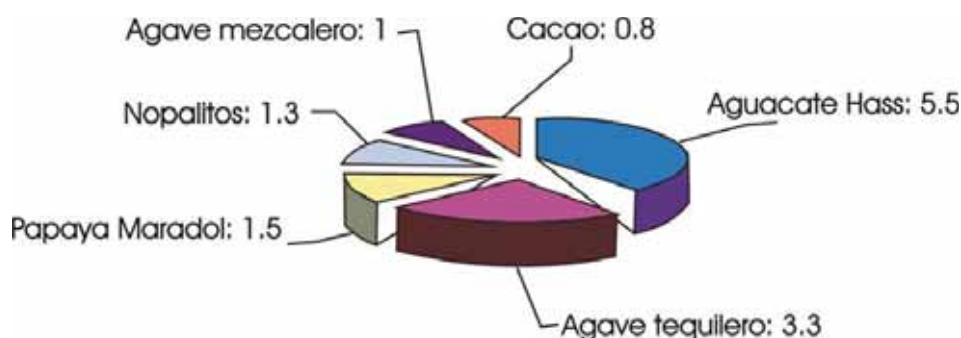
1.4.2 Especies autóctonas perennes

El Cuadro 1.2 muestra el grupo de 26 cultivos nativos. En 2003 se cosecharon 283 895 ha (1.41% del total nacional), con una producción de 3'498 701 de toneladas y un valor de la cosecha de 15 084 millones de pesos (7.83%) (Figuras 1.2 y 1.3). Este grupo de cultivos perennes mayor en número, no es superior en superficie cosechada y valor de la producción, que los cultivos anuales. Sin embargo, destacan de manera especial el aguacate Hass con 84 483 ha en cosecha y un valor de la producción de 5 021 millones de pesos y el agave tequilero, con una superficie plantada de 101 687 ha, 3 943 ha cosechadas y un valor de la producción de 3 254 millones de pesos (Figura 1.5).

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

FIGURA 1.5

Valor de la producción, en miles de millones de pesos, de las principales especies autóctonas perennes. Año 2003



Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA.

En este grupo llama la atención el cacao, pues con una superficie en cosecha de 80 903 ha y un volumen de producción de 49 965 toneladas, registra un valor de la cosecha de apenas 845 millones de pesos; este valor se debe a una combinación de bajos rendimientos ($0.618 \text{ ton ha}^{-1}$) y bajos precios del producto ($16\,920 \text{ pesos ton}^{-1}$). Por otra parte también existen cultivos de alta productividad, es decir, aquellos que con poca superficie, sobresalen por las producciones alcanzadas y el valor de la cosecha; ejemplo: agave mezcalero, chayote, nopalitos y papaya. De éstos, se espera un crecimiento de las áreas sembradas y de las cosechas producidas.

En los cultivos perennes nativos, las estadísticas registran un número de especies de poca importancia económica actual; es el caso del achiote, anona, arrayán, capulín, chirimoya, guaje, tejocote, zapote amarillo y zapote negro. No se puede predecir un incremento significativo en la producción de estas especies en un futuro cercano.



CUADRO 1.1

Importancia económica de las especies autóctonas anuales cultivadas en México. Año 2003

Cultivo (nombre común)	Nombre científico	Superficie cosechada (Ha)	Producción (ton)	Valor de la producción (miles de pesos)	Principales estados productores
Algodón hueso	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	60 634	209 360	1'230 959	Baja California, Chihuahua, Sonora y Tamaulipas
Amaranto	<i>Amaranthus hypocondriacus</i> L.	1 435	2 321	13 052	Distrito Federal, Morelos, Puebla y Tlaxcala
Calabacita	<i>Cucurbita pepo</i> L.	30 841	461 967	1'466 394	Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Sinaloa y Sonora
Calabaza	<i>Cucurbita pepo</i> L.	16 992	85 792	335 349	Campeche, Guerrero, Nayarit, Sonora y Tabasco
Camote	<i>Ipomoea batata</i> L.	2 602	61 739	171 168	Chihuahua, Guanajuato, Jalisco y Michoacán
Chayote	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Swatz.	1 532	95 957	172 103	Michoacán, Veracruz, San Luís Potosí y Yucatán
Chía	<i>Salvia hispanica</i> L.	300	900	2 430	Jalisco
Chilacayote	<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	301	4 706	14 200	México y Morelos
Chile verde	<i>Capsicum frutescens</i> L.	86 719	1'368 259	5'243 732	B C Sur, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, Veracruz y Zacatecas
Chile seco	<i>Capsicum frutescens</i> L.	56 173	82 022	2'166 075	Chihuahua, Durango, Jalisco, San Luís Potosí y Zacatecas
Ejote	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	9 664	96 387	336 136	Hidalgo, Morelos, Puebla, Sinaloa
Elote	<i>Zea mays</i> L.	43 227	503 407	618 180	Colima, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, San Luís Potosí y Sonora
Epazote	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	139	1 230	3 993	México y Tlaxcala
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	1 904 100	1'414 903	7'183 875	Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí, Sinaloa, Veracruz y Zacatecas
Girasol	<i>Helianthus annuus</i> L.	232	203	12 377	Chihuahua y Tamaulipas
Guaje verdura	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	30	750	450	Michoacán
Huahuzontle	<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.	170	2 007	5 017	Puebla, Tlaxcala
Jícama	<i>Pachyrrhizus erosus</i> (L.) Urban	6 175	166 880	314 367	Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Veracruz
Maíz forrajero verde	<i>Zea mays</i> L.	290 419	8'880 267	2'473 668	Aguascalientes, Chihuahua, Durango, Jalisco, México, Nuevo León y Tlaxcala
Maíz forrajero seco	<i>Zea mays</i> L.	36 504	251 955	228 177	Colima, Chihuahua y Jalisco
Maíz grano	<i>Zea mays</i> L.	7 522 055	20'703 161	33'499 849	Chiapas, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, San Luís Potosí, Sinaloa, Veracruz y Zacatecas
Noche buena (plantas)	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	13	650 000	19 500	Distrito Federal
Pápalo	<i>Porophyllum macrocephalum</i> DC.	440	5 362	13 554	Guerrero, Morelos y Puebla
Quelite	<i>Amaranthus cruentus</i> L.	71	570	1 324	Baja California y Sonora
Romerito	<i>Suaeda torreyana</i> Wats	586	5 011	24 189	Distrito Federal
Tabaco	<i>Nicotiana rustica</i> L.	12 217	22 437	411 164	Chiapas, Nayarit, Veracruz
Tomate verde	<i>Physalis ixocarpa</i> Brut. Lam.	54 044	726 218	2'059 331	Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Sinaloa, Sonora y Zacatecas
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	682	8 352	28 527	Distrito Federal y Morelos
Yuca alimenticia	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	991	13 008	28 678	Michoacán, Morelos y Tabasco
Cempoalxochitl	<i>Tagetes erecta</i> L.	1 999	22 243	38 586	Guerrero, Oaxaca, Puebla y Sinaloa
TOTAL ANUALES		10 141 287	35'197 325	58'116 429	

Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA

CUADRO 1.2

Importancia económica de las especies autóctonas perennes cultivadas en México. Año 2003

Cultivo (nombre común)	Nombre científico	Superficie cosechada (Ha)	Producción (ton)	Valor de la producción (miles de pesos)	Principales estados productores
Achiote	<i>Bixia orellana</i> L.	958	667	5 950	Quintana Roo, Tabasco y Yucatán
Agave mezcal*	<i>Agave angustifolia</i>	4 720	302 060	955 720	Oaxaca
Agave tequilero*	<i>Agave tequilaza</i> Wever, var. Azul.	3 943	435 779	3 254 408	Jalisco, Tamaulipas y Nayarit
Aguacate Hass	<i>Persea americana</i> Mill.	84 483	831 238	5 020 954	Guerrero, México, Michoacán, Morelos y Oaxaca
Anona	<i>Annona reticulata</i> L.	13	48	38	Hidalgo y Yucatán
Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i> (Berg.) Nied.	10	35	105	Nayarit
Cacao	<i>Theobroma cacao</i> L.	80 903	49 965	845 412	Chiapas y Tabasco
Capulín	<i>Prunus serotina</i> Ehrh. subsp. <i>Capuli</i> (Cap.) Mac Vaugh	78	293	774	Distrito Federal y México
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i> Mill.	68	433	1 728	Michoacán y Morelos
Ciruela del país	<i>Spondias purpurea</i> L., <i>Spondias mombin</i> L.	12 407	56 535	162 058	Chiapas, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Puebla, Sinaloa y Veracruz,
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	381	3 947	10 714	Morelos, Puebla, Michoacán y Colima
Guanábana	<i>Annona muricata</i> L.	1 672	11 386	47 868	Colima, Guerrero y Nayarit
Henequén	<i>Agave fourcroydes</i> Lam.	16 461	107 106	311 722	Yucatán y Tamaulipas
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	310	279	5 022	Baja California y Sonora
Magüey aguamiel (m lts)	<i>Agave</i> spp.	2 233	229 015	487 907	Coagula, Hidalgo, México y Veracruz
Mamey	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E.	742	6 670	28 961	Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca y Yucatán
Nanche	<i>Birsonima crassifolia</i> L. HBK.	1 848	9 457	29 301	Campeche, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Oaxaca y Veracruz
Nopal forrajero	<i>Opuntia</i> spp.	2 244	46 557	15 993	Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila y Jalisco
Nopalitos	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	9 579	563 443	1'272 805	Aguascalientes, Baja California, Distrito Federal, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas
Papaya	<i>Carica papaya</i> L.	18 656	720 080	2'093 788	Guerrero, Michoacán, Nayarit, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán
Pitaya	<i>Stenocereus queretiroensis</i> (Wever)	944	1 680	12 095	Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Puebla
Tejocote	<i>Crataegus pubescens</i> (HBK.) Steud.	655	3 734	8 657	Chiapas, México, Oaxaca y Puebla
Tuna	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill	38 365	332 168	458 483	Guanajuato, Jalisco, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Zacatecas, Hidalgo y México
Vainilla beneficiada	<i>Vanilla planifolia</i> Andr.	575	177	21 760	Oaxaca, Puebla y Veracruz
Zapote Amarillo	<i>Pouteria campechiana</i> (HBK.), Baehni	3	10	15	Hidalgo
Zapote (chicozapote)	<i>Manilkara zapota</i> (L.) Van Roger.	1 547	14 366	30 766	Campeche, Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Yucatán
Zapote negro	<i>Diospyros digyna</i> Jacq.	97	588	842	Chiapas, Oaxaca y Puebla
TOTAL PERENNES		283 895	3'498 701	15'083 846	

* Algunas especies perennes se cosechan sólo una vez al final del ciclo como los agaves, por lo que la superficie cosechada anualmente es notablemente inferior a la superficie plantada.

Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA

1.4.3 Especies introducidas anuales

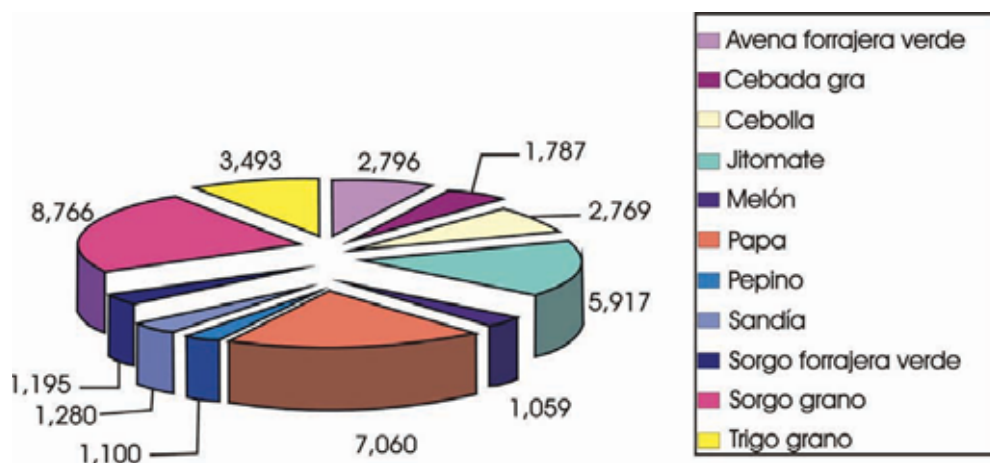
De las 229 especies cultivadas en México, 179 corresponden a cultivos introducidos a Mesoamérica, 108 de ciclo anual y 71 perennes (Figura 1.1), con 9.694 millones de ha cosechadas (48.18% del total nacional) y 119 221 millones de pesos del valor de la producción (61.96%), lo que muestra la importancia de las especies introducidas y su contribución a la economía y alimentación nacionales. Por el valor de la producción, superan a las especies nativas (Figuras 1.2 y 1.3).

Las 29 especies introducidas anuales más importantes por el valor de la cosecha (más de 1 000 millones de pesos en cada caso), se muestran en el Cuadro 1.3 y Figura 1.6.

Este grupo se cosecha en 4.542 millones de hectáreas anuales, equivalentes a 22.57% del total nacional, con un valor de la producción de 45 759 millones de pesos, es decir, 23.78% de la participación nacional.

FIGURA 1.6

Valor de la producción en millones de pesos de las principales especies anuales introducidas. Año 2003



Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA.

De acuerdo con los datos estadísticos, el sorgo (grano y forrajero) es por mucho la especie más importante del grupo de cultivos anuales introducidos, con más de dos millones de hectáreas cosechadas (2'117 847) y un valor de la producción de 8.77 mil millones de pesos (Figura 1.6). Igualmente, por la superficie cosechada, la producción obtenida y el valor de la cosecha, el sorgo ocupa el segundo lugar nacional, después del maíz. Se cosecha prácticamente en todos los estados, destacando Tamaulipas con más de un millón de hectáreas; otros estados importantes son Sinaloa, Guanajuato y Michoacán.

En un segundo nivel se ubican los cultivos de papa y jitomate. En ambos casos la superficie cosechada está alrededor de las 50 000 ha, pero generan un alto valor de la cosecha, con 7 054 y 5 917 millones de pesos anuales, respectivamente (Cuadro 1.3). La papa se cultiva en Chihuahua, Guanajuato, México, Michoacán, Nuevo León, Puebla, Sinaloa, Sonora y Veracruz; el jitomate, en Baja California Sur, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora y Zacatecas. Es importante señalar que las especies cultivadas de los dos *taxa*, tienen su origen en el Centro Andino de Diversidad y que la papa posee formas silvestres cercanas en México.

En un tercer nivel, con valores de cosecha entre los mil y tres mil millones de pesos anuales, se ubican: trigo, cebada, avena forrajera, cebolla, melón, pepino y sandía.

Es importante destacar que en México, granos como arroz, avena y soya, de gran contenido nutricional y base de la alimentación de muchos pueblos, no tienen la relevancia que merecen. Aunque no existe la cultura de alto consumo de estos productos, si se tiene la necesidad, además, se cuenta con las condiciones agroclimáticas favorables para su cultivo con niveles de productividad razonables.

Otros cultivos anuales introducidos que podrían tener una mayor participación en la producción nacional de alimentos son el garbanzo y el cártamo, fuentes de proteínas y aceites, respectivamente. Estas especies son relevantes por la poca humedad que requieren para su cultivo, pudiendo cultivarse en muchos sitios con humedad residual de las lluvias o inmediatamente después de otros cultivos como arroz de riego. Por otra parte, el cultivo de plantas ornamentales ha ganado importancia en



México; en este rubro destaca la producción de flores de crisantemo y gladiola, en Puebla, México y Morelos. En ornamentales existe un buen número de especies de alto potencial.

1.4.4 Especies introducidas perennes

El Cuadro 1.4 presenta una lista de las 26 especies perennes introducidas más importantes cultivadas en México, con una aportación mayor a los 1 000 millones de pesos, cada una. Este selecto grupo se cosecha en 2'953 002 ha con un valor total de 52 608 millones de pesos anuales, equivalentes a 14.68 y 27.34% del total nacional, respectivamente.

CUADRO 1.3

Significado económico de las especies anuales introducidas más importantes, cultivadas en México. Año 2003

Cultivo (nombre común)	Nombre científico	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)	Valor de la producción (miles de pesos)	Principales estados productores
Ajo	<i>Allium sativum</i> L.	5 403	44 787	341 904	Aguascalientes, Baja California, Guanajuato, Guerrero y Hidalgo
Ajonjolí	<i>Sesamum indicum</i>	55 621	33 034	193 904	Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa y Sonora
Arroz palay	<i>Oryza sativa</i> L.	55 361	235 764	393 763	Campeche, Colima, Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz
Avena forrajera	<i>Avena sativa</i> L.	577 350	4'825 295	2'796 325	Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Nuevo León, San Luis Potosí, Distrito Federal, Durango, Jalisco y Michoacán
Avena grano	<i>Avena sativa</i> L.	46 481	94 131	173 067	Chihuahua, Durango, Hidalgo y México
Berenjena	<i>Solanum melongena</i> L.	1 362	50 883	220 811	Nayarit y Sinaloa
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> L.	22 027	272 639	874 620	Baja California, Distrito Federal, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Puebla y Querétaro
Cacahuete	<i>Arachis hypogea</i> L.	50 222	91 616	428 076	Chiapas, Chihuahua, Guanajuato y Guerrero
Cártamo	<i>Carthamus tinctorius</i> L.	146 597	200 587	455 704	Baja California, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, San Luis Potosí y Sinaloa
Cebada grano	<i>Hordeum vulgare</i> L.	364 494	1'081 574	1'786 552	Baja California, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Puebla, Tlaxcala y Zacatecas
Cebolla	<i>Allium cepa</i> L.	40 740	1'109 401	2'769 252	Baja California, Chihuahua, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Tamaulipas y Zacatecas
Cebollón	<i>Allium cepa</i> L.	8 299	114 595	888 824	Baja California, Puebla y Sonora
Chícharo	<i>Pisum sativum</i> L.	9 865	44 472	178 530	Hidalgo, México, Puebla, Sonora y Tlaxcala
Col	<i>Brassica oleracea</i> L. var. Capitata	5 957	195 007	221 433	Chiapas, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Puebla, Sonora y Zacatecas
Coliflor	<i>Brassica oleracea</i> L. var. Botrytis L.	2 884	59 107	161 984	Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Puebla y Sonora
Crisantemo (grueza)	<i>Dendrathera grandiflora</i>	2 388	10 409 950	912 812	México y Morelos
Garbanzo forrajero	<i>Cicer arietinum</i> L.	35 259	93 749	134 960	Guanajuato, Jalisco, Michoacán y San Luis Potosí
Garbanzo grano blanco	<i>Cicer arietinum</i> L.	114 376	142 782	578 829	Baja California Sur, Guanajuato, Michoacán, Sinaloa y Sonora
Gerbera (gru)	<i>Gerbera</i> spp.	46	465	118 534	México
Gladiola (gru)	<i>Gladiolus</i> spp.	2 420	2'678 095	439 966	México, Michoacán, Morelos y Puebla
Haba grano	<i>Vicia faba</i> L.	24 081	26 730	129 463	
Haba verde	<i>Vicia faba</i> L.	8 604	53 793	202 228	Distrito Federal, México, Michoacán, Puebla y Tlaxcala
Jamaica	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	17 941	4 606	108 786	Guerrero, Michoacán, Nayarit y Oaxaca
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i> L.	11 261	245 435	446 315	Aguascalientes, Baja California, Guanajuato, México, Michoacán, Puebla, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	18 739	425 113	1'058 640	Coahuila, Chihuahua, Guerrero, Michoacán, Oaxaca y Sonora

Cultivo (nombre común)	Nombre científico	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)	Valor de la producción (miles de pesos)	Principales estados productores
Papa	<i>Solanum tuberosum</i> L.	62 252	1'593 813	7'053 975	Chihuahua, Guanajuato, México, Michoacán, Nuevo León, Puebla, Sinaloa, Sonora y Veracruz
Pepino	<i>Cucumis sativum</i> L.	15 393	379 708	1'100 129	Baja California, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Sinaloa, Sonora y Veracruz
Sandía	<i>Citrullus vulgaris</i> Schrad.	36 445	803 386	1'279 614	Chiapas, Chihuahua, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán
Sorgo forrajero verde	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench.	145 227	3'921 881	1'194 867	Coahuila, Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Sinaloa
Sorgo grano	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench.	1'972 620	6'759 120	8'765 925	Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, San Luís Potosí, Sinaloa y Tamaulipas
Soya	<i>Glicine max</i> (L.) Merr.	67 880	16 006	377 779	Chiapas, San Luís Potosí, Tamaulipas y Veracruz
Tomate rojo (Jitomate)	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	48 317	1'498 572	5'917 197	Baja California Sur, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora y Zacatecas
Trigo	<i>Triticum</i> spp.	553 572	2'444 914	3'493 492	Baja California Sur, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Zacatecas, Baja California y México
Zanahoria	<i>Daucus carota</i> L.	12 122	317 981	561 105	Guanajuato, México, Michoacán, Puebla, Querétaro y Zacatecas
TOTAL		4'541 606	29'889 041	45'759 340	

* Especies cultivadas con un valor de la producción superior a los 100 millones de pesos anuales.

Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA.

CUADRO 1.4

Significado económico de las especies perennes introducidas más importantes, cultivadas en México. Año 2003

Cultivo (nombre común)	Nombre científico	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)	Valor de la producción (miles de pesos)	Principales estados productores
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i> L.	358 157	20'746 957	7'513 887	Baja California, Coahuila, Chihuahua, Guanajuato, Hidalgo, México, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí y Zacatecas
Café cereza	<i>Coffea arabica</i> L.	728 614	1'588 974	2'892 664	Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luís Potosí y Veracruz
Caña	<i>Saccharum officinarum</i> L.	658 186	47'877 353	15'038 466	Chiapas, Jalisco, Guerrero, Nayarit, Oaxaca, San Luís Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz
Clavel (gruesa)	<i>Dianthus caryophyllus</i> L.	710	5'102 500	204 100	México
Coco fruta	<i>Cocos nucifera</i> L.	10 703	63 995	108 548	Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Veracruz y Yucatán
Coco copra	<i>Cocos nucifera</i> L.	155 845	231 649	907 085	Colima, Guerrero, Oaxaca y Tabasco
Durazno	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch.	25 923	149 258	814 925	Chiapas, Chihuahua, Guerrero, México, Michoacán, Nuevo León, Puebla y Zacatecas
Espárrago	<i>Asparagus officinales</i> L.	14 239	61 064	1'300 362	Baja California, Baja California Sur, Guanajuato y Sonora
Fresa	<i>Fragaria chiloensis</i> L.	5 252	146 009	1'034 264	Baja California, Baja California Sur, Guanajuato y Michoacán
Limón agrio	<i>Citrus lemon</i> (L.) Buró.	84 321	1'158 876	2'116 861	Colima, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Tamaulipas y Yucatán
Limón persa	<i>Citrus latifolia</i> Tan.	44 497	575 191	907 882	Campeche, Colima, Jalisco, Oaxaca, Puebla, Tabasco y Veracruz
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	15 473	200 835	188 946	Chiapas, Nuevo León, San Luís Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán



Cultivo (nombre común)	Nombre científico	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)	Valor de la producción (miles de pesos)	Principales estados productores
Mango	<i>Manguijera indica</i> L.	122 022	1'050 862	2'602 622	Campeche, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa y Veracruz
Manzana	<i>Malus pumila</i> Mill.	54 553	495 162	1'652 060	Coahuila, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Nuevo León Oaxaca, Puebla y Zacatecas
Naranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	330 766	3'829 311	3'403 134	Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luís Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán
Nuez pecanera	<i>Carya illinoensis</i> (Wang.) Koch.	49 041	70 080	1'679 048	Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Sonora
Palma Africana	<i>Eleaies guineensis</i>	13 557	217 063	158 728	Campeche, Chiapas, Tabasco y Veracruz
Pasto Estrella Africana	<i>Cynodon plectostachyus</i>	31 890	402 752	140 963	Guerrero
Pepino	<i>Cucumis sativus</i> L.	15 393	379 708	1'100 129	Baja California, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Sinaloa, Veracruz y Yucatán
Piña	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	16 431	678 602	1'546 283	Nayarit, Oaxaca, Tabasco y Veracruz
Plátano	<i>Musa paradisiaca</i> L.	63 338	1'865 301	2'196 974	Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Tabasco y Veracruz
Rosa (gruesa)	<i>Rosa</i> spp.	905	4'140 595	549 438	México, Morelos y Querétaro
Tamarindo	<i>Tamarindos indica</i> L.	6 217	28 615	129 159	Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca
Tangerina	<i>Citrus</i> spp.	14 431	185 960	166 153	Puebla y Veracruz
Toronja	<i>Citrus grandis</i> (L.) Osbeck.	14 495	350 717	405 105	Campeche, Michoacán, Nuevo León, Tamaulipas y Veracruz
Uva	<i>Vitis vinifera</i> L.	27 602	323 913	3'540 566	Aguascalientes, Baja California, Querétaro, Sonora y Zacatecas
Zacate buffel	<i>Cenchus ciliare</i> L.	90 441	983 346	309 453	Coahuila y Sinaloa
TOTAL PERENNES		2'953 002	83'661 553	52'607 805	

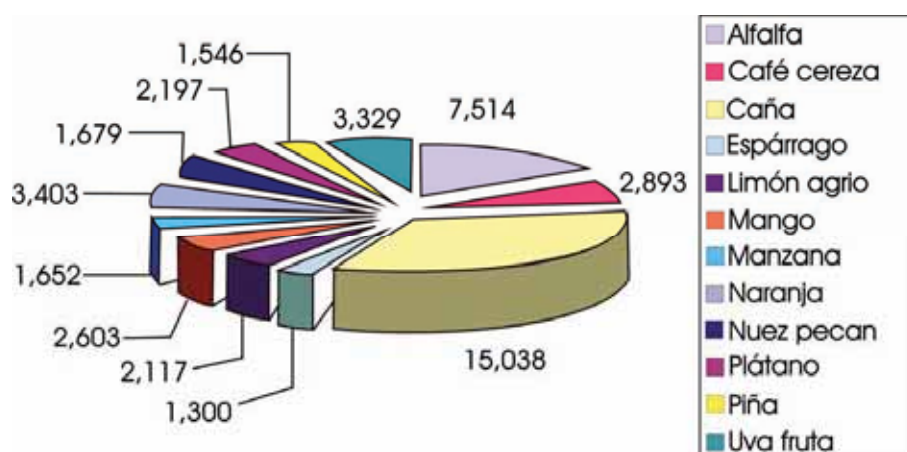
* Especies cultivadas con un valor de la producción superior a los 100 millones de pesos anuales.

Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA.

En este grupo destaca, la caña para producción de azúcar, con una superficie cosechada de 658 186 ha, 47.877 millones de toneladas y un valor de la cosecha de 15 038 millones de pesos anuales equivalente a 28.58% de su grupo (Figura 1.7). El cultivo de la caña, practicado desde la época de la colonia, se utiliza en menor escala también para consumo directo, para la elaboración de piloncillo y como forraje, empleando para ello cultivares diferentes. Se produce en 15 estados de la federación, siendo Veracruz el mayor productor, con un valor de 5 829 millones de pesos anuales. En segundo nivel están Jalisco, Oaxaca, San Luís Potosí y Tamaulipas, con un valor de la cosecha superior a 1 000 millones de pesos.

FIGURA 1.7

Valor de la producción en millones de pesos de las principales especies perennes introducidas. Año 2003



Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA.

Otras especies perennes importantes son alfalfa (Hidalgo, Guanajuato, Región Lagunera, Baja California, Puebla), café cereza (Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Puebla), limón agrio (Colima, Michoacán, Oaxaca), Mango (Chiapas, Guerrero, Nayarit, Sinaloa), Naranja (Nuevo León, Oaxaca, Campeche, Tamaulipas) y uva de mesa (Sonora, Zacatecas, Baja California), con una aportación mayor, en cada caso, a los 2 000 millones de pesos anuales.

Se podría aseverar que algunas de las especies introducidas, han generado un centro secundario de diversidad; este podría ser el caso del mango, guayaba, limón, durazno, sorgo, arroz, trigo, cebolla, haba, etcétera, especies que desde el punto de vista de recursos fitogenéticos, deberían merecer mayor atención.

1.5 Especies potenciales

Por el gran número de especies cultivadas comercialmente en México y la diversidad de ambientes climáticos, es obvio que existirán algunas combinaciones idóneas con alto potencial para incrementar la producción. Igualmente, la demanda nacional creciente de alimentos o del mercado internacional en este mundo globalizado, sugiere que más de una de las 229 especies cultivadas en México, ofrece oportunidades para promover su cultivo y producción. El estudio de los cultivos potenciales, en cada caso deberá completarse con análisis de oferta y demanda, así como de los costos de producción, especialmente si se contempla el mercado internacional.

1.5.1 Especies autóctonas

En el país hay demanda de carbohidratos para la alimentación humana y animal. Especies como camote, chayote y yuca poco consumidas como alimentos, son de rendimientos unitarios superiores a las 30 ton ha⁻¹; con una promoción de consumo o utilización, podría incrementarse su demanda. El camote, producto que se utiliza en México básicamente para elaborar dulces, puede incorporarse en platillos de comida formal. La yuca tiene amplias posibilidades en los ambientes tropicales húmedos y subhúmedos del Sureste Mexicano, no sólo para incrementar su consumo humano, sino como fuente de carbohidratos en el sector pecuario e industrial.

Las especies cuya cosecha se usa en la fabricación de licores, como agave tequilero y agave mezcalero, tienen potencial en el mercado internacional, ámbito donde no se ha cubierto la demanda. En estas especies es necesario hacer una planificación y proyección de siembras a través de un organismo regulador, para evitar las crisis recurrentes que se observan en el agave tequilero. En el caso del agave mezcalero, la modernización del sistema de producción y el mejoramiento y mantenimiento de la calidad del mezcal, estimularían la producción y la demanda nacional e internacional de la bebida.

Las cactáceas son otro grupo de gran potencial, con productos comestibles como nopalitos y tunas y también como ornamentales. Las cactáceas para alimento ofrecen posibilidades de crecimiento, tanto en el mercado nacional como el internacional. Los nopalitos registran la mayor producción y consumo en los estados del centro; las tunas, cuya producción mayor ocurre en Jalisco, Zacatecas y Puebla, también presentan el mayor consumo en el Distrito Federal y sus estados vecinos. Las cactáceas para ornato son ampliamente utilizadas, siendo algunas de ellas provenientes de recolección, aspecto que coloca a algunos especímenes en la categoría de amenazados. En este rubro, la competencia internacional es fuerte, con germoplasma sustraído de México; algunas especies regresan al país de origen, en presentaciones novedosas y en grandes volúmenes.

La calabaza se consume como fruto tierno, fruto maduro, semillas, flores y brotes tiernos. Los frutos maduros también se usan como forraje. El producto de mayor consumo son las calabacitas (frutos tiernos), pudiendo crecer la demanda de frutos maduros, semillas y flores. En el Occidente y Sureste de México tienen demanda los frutos maduros y semillas; en el centro del país, las semilla y muy especialmente las flores para consumo. Es importante señalar que los volúmenes de producción en calabacita y de frutos maduros, pueden ser hasta de 20 ton ha⁻¹.

Entre los cereales, el maíz merece atención. Además de promover su cultivo y mayor productividad a través de incentivos y tecnología, se debe fomentar la siembra y uso de tipos de maíz para productos específicos con demanda: tortillas suaves, elotes, pozole, palomitas, totopos, tostadas, tamales, etcétera. Dada la mala calidad de las tortillas que se producen y consumen en las ciudades, está emergiendo la demanda, producción y mercado de tortillas de calidad; éstas tienen sobreprecio y altas posibilidades de incrementar la demanda. El uso de tortillas azules también ha ganado mercado. En México no se ha desarrollado la industria elotera; se depende de cultivares propios para producir grano de maíz, que dejan mucho que desear como eloteros. En los mercados populares y supermercados no hay una presentación novedosa, higiénica, de calidad, que mantenga el producto fresco. Existen razas mexicanas propias para elotes, como el cacahuacintle en los valles altos y los eloteros del occidente en Jalisco y Michoacán, principalmente.



Entre las hortalizas, se estiman con potencial: el tomate verde y el chile. En general, ofrecen potencial para incrementar su producción en ambientes favorables, para el mercado nacional, pero principalmente para el mercado hispano en los Estados Unidos. Como todas las hortalizas, deberán buscarse las ventanas de menor oferta y mayor precio en los mercados respectivos, así como el mejoramiento de la calidad e inocuidad de estos alimentos.

Existen algunas las especies nativas que no aparecen en las estadísticas oficiales, no obstante, por la importancia local o regional, que representan, eventualmente podrían ser consideradas como potenciales, entre éstas destacan: los hongos comestibles (varias especies), dalias (*Dalia lehmannii*), chipilín (*Crotalaria longistrata*), *Agave palmeri* para la elaboración de bacanora, aguacates criollos de alto contenido de aceites, entre otros.

1.5.2 Especies introducidas

Productoras de carbohidratos

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

Ornamentales

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

Frutales

Tienen potencial en el mercado nacional e internacional, frambuesa y zarzamora; el durazno, en el mercado nacional. Los estados de Jalisco y Michoacán están incursionando con éxito en el mercado internacional con frambuesa y zarzamora; la producción es en condiciones de ambientes protegidos, con buen manejo y excelentes rendimientos. Por ahora el mercado nacional no ha sido de interés, pero seguramente también ofrece posibilidades. El caso del durazno, ha abierto ventanas no previstas. Con las variedades amarillas tipo Diamante, la producción está cubriendo el mercado de los estados del centro, en los primeros meses del año. Este frutal debe diversificar los sitios de producción y su comercialización.

1.6 Interdependencia en recursos fitogenéticos

Al revisar los datos estadísticos de la FAO relativos a la producción de los cultivos en cada uno de los países del mundo, dos hechos son muy evidentes. El primero, que en todos los países se cultivan no sólo especies autóctonas, sino un buen número de especies introducidas; esta aseveración es particularmente contundente en los países fuera de los centros de diversidad biológica, como los situados en latitudes mayores del Hemisferio Norte y Hemisferio Sur. Por ejemplo, la producción de alimentos en Australia, Norteamérica y los países del Mediterráneo, depende prácticamente en 100% de especies introducidas. Los países de Asia Central muestran la menor dependencia (30.8%) (FAO, 1998).

En relación con este punto, en México, considerado megacentro de diversidad y en donde se domesticaron muchas especies (Cuadros 1.1 y 1.2), de los 229 *taxa* que se cultivan comercialmente sólo 50 son nativas. Es decir, en número de especies para la producción agrícola y alimentaria, los mexicanos dependen en 78% de las especies introducidas; en términos del valor de la producción nacional, los cultivos introducidos aportan el 61.96%.

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



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

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

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

En otros cultivos como arroz, se ha introducido a México mucho germoplasma del Instituto Internacional para la Investigación en Arroz (IRRI), principalmente como fuente de resistencia a enfermedades. Las variedades Tetep, Carreón y Dawn, para resistencia a *Pyricularia oryzae*; resistencia a manchado del grano, Apani SML; tolerancia a sequía, Salumpikit, Moroberekan, IRAT 104 (Hernández y Tavitas, 1993). En maíz, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ha desarrollado y distribuido poblaciones mejoradas y líneas endogámicas a muchos programas nacionales. Destacan las líneas autofecundadas CML311 y CML312, materiales que han entrado en la formación de muchos híbridos altamente productivos en países de Latinoamérica, Asia, Africa y Medio Oriente (Córdova, 2004).

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

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

1.7 Conclusiones

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

Las 50 especies autóctonas registradas en las estadísticas agrícolas nacionales, incluyen a 24 cultivos anuales y 26 especies perennes. Este numeroso grupo de especies nativas, no considera a una gran cantidad de plantas de interés local o con algún valor de uso en las comunidades rurales.

Las especies nativas anuales cultivadas se cosechan en 10'141 228 ha anuales (50.41% del total nacional), con 35'197 325 toneladas de producto y un valor de la cosecha de 58 116 millones de pesos mexicanos, equivalentes a 30.20% del total nacional.

El maíz y el frijol son las dos especies autóctonas anuales de mayor importancia económica y social, con 9.426 millones de hectáreas cosechadas y 40 684 millones de pesos del valor de la cosecha.

Las especies nativas perennes se cosechan en 283 895 ha (1.41% del total nacional), con una producción de 3'498 701 toneladas y un valor de la cosecha de 15 084 millones de pesos (7.84% del total nacional).

En el grupo de especies nativas perennes, destacan el aguacate Hass, con 84 483 ha en cosecha y un valor de la producción de 5 021 millones de pesos, y el agave tequilero, con una superficie plantada de 101 687 hectáreas y un valor de la producción de 3 254 millones de pesos anuales.

Las 179 especies introducidas registradas en las estadísticas de producción nacional, se cosechan en 9.694 millones de hectáreas (48.18% del total nacional) y aportan 119 221 millones de pesos del valor de la producción (61.96%).

El sorgo (grano y forrajero) es la especie más importante del grupo de cultivos anuales introducidos, con más de dos millones de hectáreas cosechadas (2'117 847) y un valor de la producción de 8.7 mil millones de pesos.

El jitomate, hortaliza anual de relevancia mundial, introducida y domesticada en México, se cosecha en alrededor de 50 000 ha, con un alto valor de la producción, de 5 917 millones de pesos anuales.

En el grupo de cultivos perennes, destaca la caña de azúcar, con una superficie cosechada de 658 186 hectáreas y un valor de la cosecha de 15 038 millones de pesos anuales.

Entre los grupos de especies autóctonas e introducidas con potencial de producción, se encuentran los cultivos productores de carbohidratos (papa, yuca), cereales (maíces especiales, arroz, avena), hortalizas (tomate verde, chiles, calabazas, chayote, camote), frutales (zarzamora, durazno, frambuesa), ornamentales (flores, cactáceas) y las especies para la producción de licores (agave mezcalero, agave tequilero).

Especies autóctonas potenciales de interés local o con valor de uso en las comunidades rurales, son los hongos comestibles (varias especies), dalias (*Dalia lehmannii*), chipilín (*Crotalaria longistrata*), Agave palmeri para la elaboración de bacanora, aguacates criollos de alto contenido de aceites y otros más.

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

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

Literatura consultada

Acosta G., Jorge, H. González R., C. A. Torres., I. Cuellar R., E. Acosta D., E. L López S., R. A. Pérez S., F. J. Ibarra P. y R. Rosales S. 2004. Impacto de la Genotecnia en el Cultivo de Frijol en México. En: Preciado O., R. E. y S. A. Ríos R. (eds.). Memoria del Simposium Aportaciones de la Genotecnia a la Agricultura. Sociedad Mexicana de Fitogenética, Chapingo, Edo. de México. p. 36-57.

Cardona, C., C. E. Poso, J. Kornegay, J. Valor and M. Serrano. 1989. Antibiosis effects of wild dry bean accessions on the Mexican bean weevil and the bean weevil (Coleoptera; Bruchidae). *J. Econ. Entomol.* 82: 310-215.

Castillo G., F. 2004. Contribuciones de los Recursos Fitogenéticos a la Genotecnia. En: Preciado O., R. E. y S. A. Ríos R. (eds.). Memoria del Simposium Aportaciones de la Genotecnia a la Agricultura. Sociedad Mexicana de Fitogenética, Chapingo, Edo. de México. pp. 10-35.

CONABIO, 2000. Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Córdova, H. S. y R. E. Preciado O. 2004. Contribuciones de la Genotecnia desde un ámbito internacional. En: Preciado O., R. E. y S. A. Ríos R. (eds.). Memoria del Simposium Aportaciones de la Genotecnia a la Agricultura. Sociedad Mexicana de Fitogenética, Chapingo, Edo. de México. pp. 103-114.

Doebly, J. 2004. The genetics of maize evolution. *Annual Review of Genetics* 38: 37-59.

FAO. 1998. The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Roma. 510 p.



Freytag, G. F., and D. Debouck. 2002. Taxonomy, Distribution and Ecology of the Genus *Phaseolus* (Leguminosae-Papilionoideae) in North America, Mexico and Central America. BRIT, USA. 300 p.

Gepts, P., and D. Debouck. 1991. Origin, domestication and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: van Schoonhoven and O. Voysest. (eds.). Common Beans. Research for Crop Improvement. CAB Internacional. pp. 7-43.

Hernández A., L. y L. Tavitas F. 1993. Arroz. En: Márquez Sánchez, F. (ED.). Producción y Genotecnia de Plantas Autógamas. A.G.T. Editores, S.A. p. 25-58.

Hawkes, J.G., N. Maxted, and B.V. Ford-Lloyd. 2000. The *ex situ* Conservation of Plant Genetic Resources. Kluwer Academic Pub. 250 p.

López I., R., R. Ramírez D., J. J. Sánchez G., J. A. Ruiz C. y D. Debouck. 2004. Las especies silvestres de *Phaseolus* L. (PHABACEAE) en la cuenca de los ríos Verde y Santiago y Nevado de Colima, del Occidente de México. Scientia-CUCBA 6(1-2): 91-99.

Martínez A, M. A., V. Evangelista O, M. Mendoza C., G. Morales G., G. Toledo O y A. Wong León. 2001. Catálogo de Plantas Útiles en la Sierra Norte de Puebla. Cuadernos 27. Instituto de Biología. UNAM. 303 p.

Medina G., G., J. A. Ruiz C. y R. Martínez P. 1998. Los Climas de México. CIRPAC, INIFAP, SAGAR. 103 p.

Mejía M., J. M. y A. Espinoza F. 2003. Plantas Nativas de México con Potencial Ornamental. Universidad Autónoma Chapingo. 217 p.

Ortega P. R., M. A. Martínez A. y J. J. Sánchez G. 2003. Recursos fitogenéticos autóctonos. En: Ramírez Vallejo, P., R. Ortega P., A. López H., F. Castillo G., M. Livera M., F. Rincón F. Zavala G. (eds.). Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura. Informe Nacional. SNICS y SOMEFI. Chapingo, México. pp. 27-50.

Ramírez V., P., L. Barrios C., E. Jiménez J y F. Zavala G. 2003. Entorno de los recursos fitogenéticos en México. En: Ramírez V.,

P., R. Ortega P., A. López H., F. Castillo G., M. Livera M., F. Rincón F. Zavala G. (eds.). Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura. Informe Nacional. SNICS y SOMEFI. Chapingo, México. pp. 7-25.

Rzedowski, J. 1998. La Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F.

SAGARPA. 2003. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos 1999. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. México.

Singh, S. P., P. Gepts, and D. Debouck. 1991. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). Economic Botany 45(3): 379-396.

Villaseñor M., H. E., J. Huerta E., E. Espitia R. M. Camacho C., y E. Solís M. 2004. Contribuciones de la Genotecnia en el Cultivo del Trigo en México. En: Preciado O., R. E. y S. A. Ríos R. (eds.). Memoria del Simposium Aportaciones de la Genotecnia a la Agricultura. Sociedad Mexicana de Fitogenética, Chapingo, Edo. de México. p. 58-87.

CONSERVACIÓN *IN SITU*

Abel Gil Muñoz

Profesor Investigador Adjunto
Campus Puebla
Colegio de Postgraduados

2.1 Resumen

En este Capítulo se da un panorama del estado actual de las actividades de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos en México. La información se obtuvo tanto en los hábitats naturales como en los sistemas agrícolas tradicionales, de los proyectos conducidos (temática y ubicación física), los taxa estudiados y el nivel de documentación existente. Se detectaron confusiones en el manejo de los conceptos asociados a la conservación *in situ*; ello se reflejó en imprecisiones al tratar de ubicar los proyectos en alguna de las modalidades (hábitat natural y sistema agrícola tradicional) o de responder si el trabajo se desarrollaba o no en algún área natural protegida. Asimismo, y quizá debido en parte a limitaciones del cuestionario, no se pudo captar información precisa sobre temas como mejoramiento participativo (donde también hubo confusiones sobre su significado) y documentación. En este sentido, es importante advertir que algunos datos deben considerarse con reserva. Hubo 63 instituciones y 85 profesionistas que participaron como responsables de algún programa, unidad o proyecto relacionado con la conservación *in situ*. La distribución de los trabajos es relativamente uniforme en las cinco regiones, con excepción de la Noreste, donde hubo un menor número de proyectos. El porcentaje de trabajos en sistemas agrícolas tradicionales (58.4%) fue mayor que en los hábitats naturales (41.6%); una tendencia similar se observó en las cinco regiones, excepto la Noroeste. Con respecto a la temática de los proyectos en los hábitats naturales (37), predomina los desarrollados en áreas naturales protegidas (32% del total); en el caso de los trabajos en sistemas agrícolas tradicionales (52), sobresalen los relacionados con estudios agronómicos, conservación y aprovechamiento (44% en conjunto); las tendencias a nivel regional fueron variables. En el caso de proyectos conducidos en áreas naturales protegidas, éstos se ubicaron principalmente en reservas de la biosfera y áreas de protección. En relación al número de familias botánicas estudiadas a nivel nacional, conjuntando las reportadas en hábitat natural y en sistema agrícola tradicional, y descontando las repetidas, la cantidad fue de 73. En este total no se incluyeron tres familias, dos pertenecientes a algas y una a sargazos. Al analizar más en detalle la información de los taxa estudiados, se encontró que en los hábitats naturales se trabajó en 52 familias botánicas; de éstas, 37 contaron con géneros identificados, los cuales fueron 65 en total, abarcando aproximadamente 100 especies; a nivel regional, el número de familias estudiadas fue de 32, 19, 15, 11 y 6 para las regiones Centro, Noroeste, Centro-Sur, Sureste y Noreste. En los sistemas agrícolas tradicionales se estudiaron 62 familias; en 46 de ellas se tuvo el dato preciso de los géneros, contabilizándose un total de 96, los cuales incluyeron alrededor de 150 especies; los números a nivel regional fueron: Sureste, 36 familias; Noreste, 33; y en las tres restantes, entre 11 y 12. Del total de familias estudiadas a nivel país en los hábitats naturales, 11 incluyeron géneros relacionados con especies alimenticias; en lo que respecta a los sistemas agrícolas tradicionales, fueron 19 las familias con géneros alimenticios. En ambos casos se incluyeron tanto especies bajo cultivo como otras de recolección o con diferentes grados de manejo. En la encuesta también se buscó captar información sobre el nivel de amenaza de las especies estudiadas según la percepción de los investigadores. Los resultados indicaron que la mayor parte de los trabajos desarrollados en los hábitats naturales se han enfocado a especies tipificadas por los investigadores como abundantes o estables (19.6 y 70.3%, respectivamente), atendiendo muy poco a aquellas en declinación o en peligro de extinción (10.1%); algo similar ocurrió en cada región. En los sistemas agrícolas tradicionales, a diferencia del caso anterior, fue mayor el porcentaje de trabajos con especies que, según los investigadores, se encuentran bajo algún grado de amenaza (47.1% en conjunto). Las tendencias a nivel regional fueron variables. Tanto en los hábitats naturales como en los sistemas agrícolas tradicionales se encontraron reportes de trabajos con especies con usos distintos a los alimenticios, pero de importancia social o económica: 41 especies en el primer



caso y 48 en el segundo. Por último, del total de proyectos de conservación *in situ* identificados en la encuesta de país, solamente 24.8% declaró explícitamente desarrollar mejoramiento participativo; a nivel de región el porcentaje fue muy variable, oscilando desde 10 hasta 50%, mayormente especies alimenticias. Estos datos deben tomarse con reserva, pues varios de los reportes no implicaban estrictamente actividades de fitomejoramiento. Con relación a la publicación de resultados, se encontró que el 63% de las entidades identificadas ha generado algún tipo de producto académico sobre el tema de conservación *in situ* en los últimos diez años; el tipo de publicación más frecuente es el artículo científico.

2.2 Introducción

Según el Convenio de Diversidad Biológica (<http://www.prodiversitas.bioetica.org/doc1.htm>), el término recursos genéticos se refiere al material genético de valor real o potencial; entendiendo por material genético todo aquél de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo que contenga unidades funcionales de la herencia. El concepto de Recursos Genéticos se encuentra íntimamente relacionado con el de Biodiversidad, la cual, según Collins y Hawtin (1999) se define como “La variabilidad entre organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos, y los complejos ecológicos de los cuales forman parte”. Los mismos autores agregan que “la agrobiodiversidad es aquél componente de la biodiversidad que es importante para la agricultura y los agroecosistemas”. Ligado a este término se encuentra el de recursos fitogenéticos (o recursos genéticos vegetales), los cuales según Jaramillo y Baena (2000) se definen como la suma de todas las combinaciones de genes producidas durante el proceso de evolución de las plantas, y comprenden desde especies silvestres de uso agrícola potencial hasta genes clonados. Los autores agregan que el término recursos genéticos implica que el material tiene o puede tener valor económico o utilitario actual o futuro, siendo muy importante aquel que contribuye a la seguridad alimentaria, de ahí la importancia de conocerlos, mantenerlos, manejarlos y utilizarlos racionalmente.

El estudio de los recursos genéticos a nivel mundial ha cobrado auge en los últimos años, debido a que constituyen una fuente de genes -prácticamente inagotable- útil para el hombre y a que, asociado a su empleo, se ha generado todo un acervo de conocimientos tanto a nivel tradicional como científico. En este sentido, en países como México, donde el nivel de variabilidad detectado tanto en ambientes como en especies es particularmente alto (datos de la CONABIO, 2000) indican que en México existen cerca de 65 000 especies de fauna, flora y hongos, lo cual lo ubica en el cuarto lugar a nivel mundial], es fundamental el desarrollo de trabajos para conocer el estado en el cual se encuentra tal variabilidad y, de ser el caso, definir las acciones más adecuadas para su conservación y aprovechamiento racional.

Collins y Hawtin (1999) señalan que “la conservación de recursos genéticos es esencial, tanto para asegurar que los mejoradores profesionales continúen teniendo acceso a los genes y complejos de genes que se necesitan para el mejoramiento actual y futuro de los cultivos, como para permitir que los agricultores continúen seleccionando y modificando sus cultivos en respuesta a ambientes y circunstancias cambiantes”.

De manera general, la conservación puede dividirse en dos variantes: *ex situ* e *in situ*. La conservación *ex situ* involucra la remoción del material vegetal de su medio natural para ser mantenido en bancos de semilla o tejidos o en plantaciones. La conservación *in situ* se logra protegiendo el material vegetal en el sitio en el cual ocurre naturalmente. Para muchos parientes silvestres, esto significa reservas naturales o poblaciones silvestres. Para las variedades nativas, o variedades tradicionales de los agricultores, se da en los campos en los cuales el agricultor cultiva tales variedades (conservación en finca) o en las comunidades donde se cultivan (Collins y Hawtin, 1999).

Por su parte, Jarvis *et al.* (2000) definen a la conservación *in situ* como “La conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de las especies en sus entornos naturales, y, en el caso de las especies domesticadas o cultivadas, en el entorno donde han desarrollado sus propiedades distintivas (Reid *et al.*, 1993, citados por Jarvis *et al.*, 2000); agregan que la conservación *in situ* de los recursos domesticados se enfoca a los campos de los agricultores, como parte de los agroecosistemas existentes, mientras que otros tipos de conservación *in situ* se ocupan de las poblaciones de plantas silvestres que crecen en sus hábitats originales (reservas genéticas).

“La conservación *in situ* tiene ventajas significativas: 1) La conservación tanto del material genético como de los procesos que originan la diversidad; 2) La sostenibilidad de los programas de fitomejoramiento depende en cierta forma de la disponibilidad continua de variación genética que pueda mantenerse y desarrollarse en los campos de los agricultores; 3) Permite la conservación de un gran número de especies en un solo sitio. Bajo ciertas condiciones, dependiendo del cultivo o del tipo de recursos genéticos a mantener, puede ser más barato y efectivo el hacer intervenciones para mantener la evolución en las fincas que en el almacenamiento *ex situ*” (Jarvis *et al.*, 2000). Sin embargo, también hay varios problemas asociados a la conservación *in situ*; Jarvis *et al.* (2000) señalan que “puede ser difícil para los científicos identificar y tener acceso al material genético que está conservándose, lo cual puede ser un problema para los fitomejoradores que desean usar materiales con características particulares para su trabajo. Los mismos factores que permiten la conservación dinámica pueden amenazar la seguridad de las variedades nativas. La erosión

genética puede ocurrir debido a circunstancias imprevistas como guerras o desastres naturales, mientras que los cambios sociales y económicos pueden restringir la conservación de biodiversidad a través del tiempo”.

La FAO (1996) señala que “La conservación racional (tanto *in situ* como *ex situ*) de los recursos fitogenéticos empieza por el estudio y la preparación del inventario de los recursos existentes”. Agrega que, desafortunadamente, “Los informes de los países indican que no se ha llevado a cabo una labor sistemática en este ámbito por lo que respecta a muchos cultivos y variedades silvestres afines”. En consecuencia, la misma FAO (1996) recomienda entre sus políticas/estrategias de Conservación y Mejoramiento *in situ* que “El estudio y la preparación del inventario de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura deben considerarse como una fase del proceso de conservación y de reducción de la tasa de pérdida de diversidad biológica”. De ahí la relevancia de elaborar un informe como el presente.

2.3 Recursos institucionales y humanos

63 entidades están trabajando algún programa, unidad o proyecto relacionado con la conservación *in situ* de recursos fitogenéticos (Anexo A.2.1), involucrando a 85 profesionistas (investigadores en su mayoría) en 89 programas o proyectos (Cuadro 2.1).

Del total de instituciones, 77.7% corresponde a Centros de Enseñanza y/o Investigación (Universidades, Centros Públicos de Investigación, etc.), con actividad en todas las regiones del país. Al tomar en cuenta el número de profesionistas y proyectos de conservación *in situ*, sobresale la región Centro-Sur, mientras que las menos favorecidas son las regiones Noroeste y Noreste. Llama la atención el que, aún cuando la región Sureste queda comprendida en la franja de mayor biodiversidad, no es la que presenta el mayor número de entidades, profesionistas y proyectos (Cuadro 2.1).

La participación de otras entidades (Asociaciones Civiles, Áreas de Protección de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y SEMARNAT, entre otras) también es considerable en su conjunto (Cuadro 2.1).

CUADRO 2.1

Entidades, profesionistas y programas, unidades o proyectos relacionados con la conservación *in situ* de recursos fitogenéticos en diferentes regiones de México

Región	Número de Entidades			Número	
	Centros de Investigación y/o Educación Superior ¹	Otras Entidades ²	Total	Profesionistas ³	Programas/Proyectos/Unidades
Centro	12	2	14	19	19
Centro-Sur	15	3	18	27	28
Noroeste	4	5	9	12	16
Noreste	7	0	7	8	8
Sureste	11	4	15	19	18
TOTAL	49	14	63	85	89

¹ El dato incluye Unidades o Campus.

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

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

2.4 Proyectos desarrollados

La información se clasificó en dos variantes: a) Conservación en los hábitats naturales y b) Conservación en los sistemas agrícolas tradicionales, entendiendo la primera como aquella que incluiría todos los trabajos desarrollados en alguna de las áreas naturales protegidas del país, y la segunda como aquella que abarcaría todos los estudios realizados en áreas no protegidas pero donde existieran sistemas de producción agrícola tradicional; esto en congruencia con el concepto de conservación *in situ* expuesto en la introducción. No obstante, al analizar la información, se detectaron algunas imprecisiones, destacando la dificultad que tuvieron los investigadores para ubicar sus proyectos en alguna de esas dos vertientes o la ubicación incorrecta de los mismos. Así mismo en varios casos no se proporcionó información precisa del título del proyecto, el área física donde estaba operando y/o de las especies bajo estudio.

El primer nivel de análisis consistió en generar un listado de los proyectos por región, ubicándolos en hábitat natural o en sistema agrícola tradicional; la relación completa de proyectos se presenta en el Anexo A.2.2. A nivel nacional, la cantidad de trabajos en sistemas agrícolas tradicionales superó a aquéllos en hábitats naturales (Cuadro 2.2); esta tendencia se mantuvo al desglosar los datos por región, con la excepción de la Noroeste, donde el porcentaje más alto correspondió a trabajos desarrollados en hábitats naturales.

CUADRO 2.2

Número y porcentaje de programas, unidades o proyectos de conservación *in situ*. En diferentes regiones de México

Región	Proyectos	Hábitat Natural		Sistema Agrícola Tradicional	
		Subtotal	Porcentaje	Subtotal	Porcentaje
Centro	19	8	42.1	11	57.9
Centro-Sur	28	9	32.1	19	67.9
Noroeste	16	14	87.5	2	12.5
Noreste	8	2	25.0	6	75.0
Sureste	18	4	22.2	14	77.8
TOTAL	89	37	41.6	52	58.4

La temática de los proyectos (89) resultó ser muy variada, y la cobertura geográfica muy diversa. No obstante, se presenta una clasificación temática en base a los títulos (Cuadro 2.3). Del total de proyectos en los hábitats naturales (37), predominaron los desarrollados en áreas naturales protegidas (32%); en los casos donde se especificó el tipo de actividad desarrollada, éste tuvo que ver con conservación de las especies allí presentes y el contacto con pobladores para fomentar la conservación. Por otra parte, se encontró que solamente 13% de los trabajos tuvo alguna relación con el área agronómica, de conservación, rescate, recuperación o protección de especies o con la elaboración de inventarios florísticos, estudios biológicos o de ecología de ciertas especies. De la información expuesta en el Cuadro 2.3, se puede decir que algunos de los temas poco trabajados fueron la colecta de especies, los usos potenciales y los estudios estrictamente genéticos. A nivel región, se observa que la Noroeste abarca una mayor gama de temas, mientras que en la Noreste y Sureste se desarrollan trabajos en un solo tema, aunque conviene señalar que fueron pocos los proyectos en hábitat natural encontrados en estas regiones.

De los 52 proyectos en sistemas agrícolas tradicionales (Cuadro 2.3) es importante destacar que el 30% estuvo enfocado a estudios agronómicos y 13% a conservación y aprovechamiento. Se detectaron relativamente pocos trabajos de fitomejoramiento así como de rescate, recuperación o protección de especies, en 25% de los proyectos no se pudo precisar el tema abordado. A nivel región, en la Centro-Sur se detectó mayor variedad de temas, contrastando con la Noroeste, donde solamente hubo un reporte, correspondiente a un tema agronómico.

CUADRO 2.3

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

Temática	Región (Frecuencias absolutas)					
	Centro	Centro-Sur	Noroeste	Noreste	Sureste	Nacional
En hábitat natural						
Conservación de especies vegetales	2	-	2	-	-	4
Estudios botánicos	2	2	-	-	-	4
Estudios de ecosistemas	-	-	2	-	-	2
Estudios agronómicos (en especies silvestres y cultivadas)	-	2	1	2	-	5
Estudios en Áreas Naturales Protegidas	2	1	6	-	3	12
Usos potenciales	-	-	1	-	-	1
Temas no especificados ¹	1	3	-	-	-	4
Colecta de especies	-	1	-	-	-	1
Rescate, Recuperación o Protección de especies	1	-	2	-	-	3



Temática	Región (Frecuencias absolutas)					
	Centro	Centro-Sur	Noroeste	Noreste	Sureste	Nacional
Estudios genéticos	-	-	-	-	1	1
Subtotal	8	9	14	2	4	37
En sistema agrícola tradicional						
Conservación y aprovechamiento de especies	2	2	-	1	2	7
Diagnósticos	1	-	-	-	1	2
Estudios botánicos	1	-	-	-	-	1
Estudios agronómicos	2	5	1	2	6	16
Temas no especificados ¹	4	4	-	2	3	13
Producción de semillas	1	-	-	-	-	1
Bancos de germoplasma	-	2	-	-	-	2
Colecta de especies	-	1	-	-	-	1
Fitomejoramiento	-	2	-	-	2	4
Reforestación	-	1	-	1	-	2
Rescate, Recuperación o Protección de especies	-	2	1	-	-	3
Subtotal	11	19	2	6	14	52

¹ Significa que no hubo forma de deducir el tema de la investigación, dado que solamente se proporcionaba un título genérico y/o se carecía de información adicional.

2.5 Zonas protegidas y su estado

Según la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), éstas últimas se definen como porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional, representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado, y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Actualmente, la CONANP administra 154 áreas naturales de carácter federal, abarcando poco más de 18.7 millones de hectáreas (Dirección de Evaluación y Seguimiento, 2005), lo cual representa 9.56% de la superficie total del país (1'953 128 km²). En el Cuadro 2.4 se presentan las diferentes categorías de Áreas Naturales Protegidas (ANP) y en la Figura 2.1 se observa su distribución espacial.

CUADRO 2.4

Categorías, cantidad y superficie de las Áreas Naturales Protegidas en México. 2005

Categoría de Área Natural Protegida	Cantidad en el país	Superficie (ha)
Reservas de la biosfera	35	10'956 505
Parques nacionales	67	1'456 988
Monumentos naturales	4	14 093
Áreas de Protección de Recursos Naturales	2	39 724
Áreas de Protección de Flora y Fauna	28	6'073 127
Santuarios	17	689
Otras categorías	1	186 734
TOTAL	154	18'727 860

(Adaptado de: Dirección de Evaluación y Seguimiento. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2005)

Según la información del Cuadro 2.1, en el país se conducía 89 proyectos, programas o unidades de conservación *in situ*. De ellos, 37 se ubicaron en la modalidad de conservación en hábitat natural y 52 en la de sistemas agrícolas tradicionales (Cuadro 2.2). No obstante, cuando se interrogó a los responsables si el proyecto en cuestión se estaba desarrollando en algún tipo de Área Natural Protegida, se encontró que para varios de los trabajos clasificados como de conservación *in situ* en los sistemas agrícolas tradicionales, se dio una respuesta afirmativa (Anexo A.2.3). No obstante la incongruencia, se decidió respetar las respuestas, tomando como universo de referencia los 89 proyectos y no solamente los 37 conducidos en hábitats naturales.

Así, del total de proyectos, programas o unidades en operación, 49.4% se ubicaron como trabajos de investigación (conservación, aprovechamiento y/o mejoramiento) en alguna de las Áreas Naturales Protegidas (Cuadro 2.5). En el mismo

sentido, las regiones con más trabajos en las áreas naturales fueron la Noreste y la Noroeste, desafortunadamente no hay datos confiables en cuanto a la superficie atendida por cada proyecto.

FIGURA 2.1

Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México



Fuente: Gómez-Pompa A. y Dirzo R., con la colaboración de A. Kaus, C. R. Noguérón Ch. y Ma. de J. Ordóñez. 1995. Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México. Instituto Nacional de Ecología Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CUADRO 2.5

Programas, unidades o proyectos de conservación *in situ* desarrollados en áreas naturales protegidas, en diferentes regiones de México

Región	Total	Número de Unidades/Programas/ Proyectos En Áreas Naturales Protegidas ¹					Total ²	% del Total ³
		RB	PN	MN	AP	Otro		
Centro	19	7	3	0	3	1	10	52.6
Centro-Sur	28	6	3	0	4	0	10	35.7
Noroeste	16	8	7	0	11	0	13	81.3
Noreste	8	2	0	0	6	0	6	75.0
Sureste	18	5	0	0	0	0	5	27.8
TOTAL	89	28	13	0	24	1	44	49.4

¹ RB = Reserva de la biosfera; PN = Parque Nacional; MN = Monumento Natural; AP = Área de Protección; Otro = Santuarios y otras categorías.

² Este total no coincide con la suma de los valores parciales debido a que hubo proyectos que, según los investigadores, se están desarrollando en más de un tipo de Área Natural Protegida.

³ El porcentaje está referido al total de proyectos identificados por región.

Los tipos de Áreas Naturales Protegidas donde se estaba desarrollando la mayor cantidad de trabajos fueron las reservas de la biosfera y las áreas de protección (Cuadro 2.5); no hubo reportes explícitos de actividades en monumentos naturales, aunque sí se detectó un Plan de Manejo para uno de ellos (Cerro y Grutas de Coconá, Tab., región Sureste).

Las Áreas Naturales Protegidas en las que se está desarrollando algún trabajo por una o más de las instituciones señaladas en el Anexo A.2.1 se listan en el Cuadro 2.6

Se observa que hay actividades en al menos 18 Áreas Naturales Protegidas, esto es, en apenas 11.7% del total existente en el país. Estas cifras indican que varios de los programas, unidades o proyectos listados en las primeras cuatro columnas del Cuadro 2.5 se están llevando a cabo en la misma Área Natural Protegida.



CUADRO 2.6

Regiones y Áreas Naturales Protegidas de México donde está operando algún programa, unidad o proyecto de conservación *in situ*

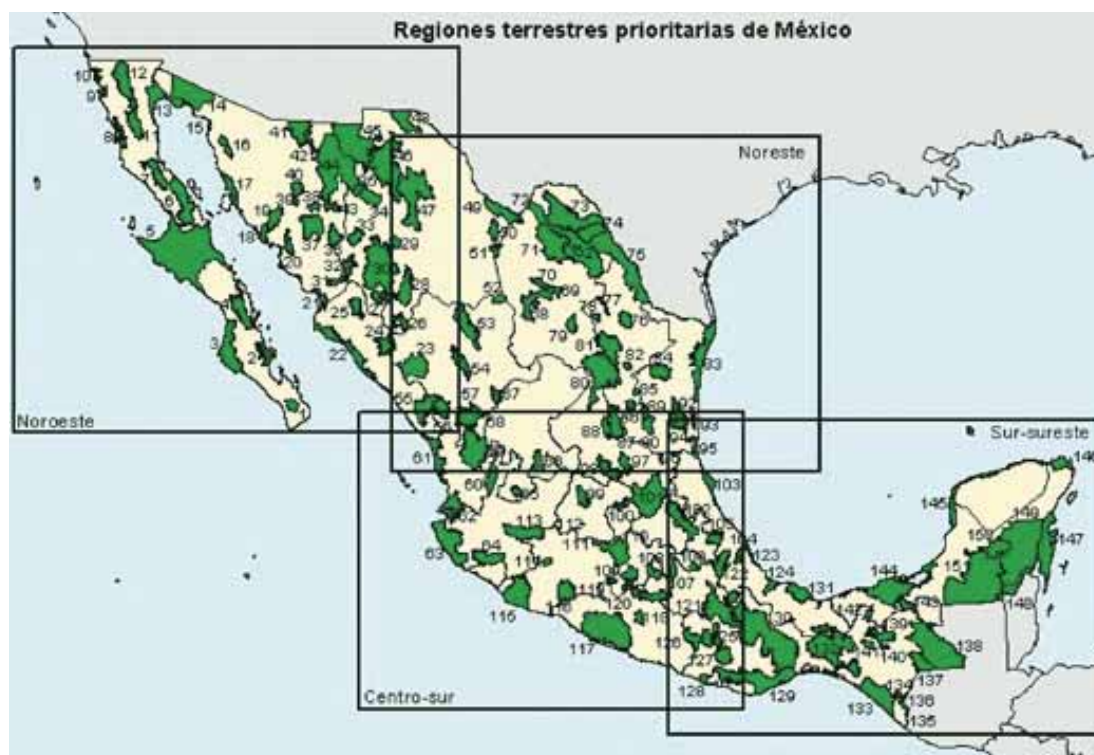
Región	Área Natural Protegida ¹
Centro	Reserva de la Biosfera "Sierra Gorda", Reserva de la Biosfera "Sierra de Manantlán", Parque Nacional Queretano "El Cimatario"
Centro-Sur	Reserva de la Biosfera "Tehuacán-Cuicatlán", Parque Ecológico "Cubitos"
Noroeste	Reserva de la Biosfera "Sierra La Laguna", Área Natural Protegida "Bahía de Loreto", Área de Protección de Flora y Fauna "Islas del Golfo de California"; Área de Protección de Flora y Fauna "Sierra de Alamos-Río Cuchujaqui"; Parque Nacional "Cabo Pulmo", Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre "Sierra Ajos-Avispe", Zona de Reserva Ecológica e Investigación "El Comitán"
Noreste	No se identificó al responder el cuestionario
Sureste	Reserva de la biosfera "Sian Kaan", Reserva de la Biosfera "Laguna de Términos", Reserva de la Biosfera "Los Petenes", Reserva de la Biosfera "Pantanos de Centla", Unidad de Manejo Ambiental Xel-ha, Monumento Natural Cerro y Grutas del Coconá y Parque Estatal "Agua Blanca"

¹ La lista no es exhaustiva; solamente se enumeran aquéllas Áreas que fueron señaladas explícitamente en las entrevistas o que se dedujeron del título de las investigaciones reportadas.

Aún cuando no fue una variable considerada en la encuesta, es conveniente mencionar que la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), en el marco del Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, identificó regiones territoriales a las cuales denominó Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), las cuales definió como "unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica, y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación" (Arriaga *et al.*, 2000). Los mismos autores consignan que se identificaron 152 RTP para la conservación de la biodiversidad en México, abarcando una superficie de 515 558 km² (Figura 2.2). Este es un aspecto a considerar en la elaboración de informes futuros.

FIGURA 2.2

Regiones terrestres prioritarias de México



Fuente: Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México

2.6 Mejoramiento participativo

Para entender el concepto de Mejoramiento Participativo es necesario definir primero qué es la Investigación Participativa con Agricultores. Bentley (1994) la describe como “la colaboración de los agricultores y científicos en la investigación y desarrollo agrícolas”; en años recientes, Bellon (2001) la conceptuó como “un diálogo sistemático entre agricultores y científicos, para resolver problemas relacionados con la agricultura y para, en última instancia, incrementar el impacto de la investigación agrícola”.

El mejoramiento participativo (o fitomejoramiento participativo) es un caso específico de la Investigación Participativa con Agricultores. A la fecha, existen diversas definiciones sobre el concepto, de las cuales a continuación se citan cuatro:

- Actividad en la cual, en principio, dos actores (el fitomejorador y el agricultor) de una manera colaborativa trabajan en el mejoramiento genético (Almekinders, 1998).
- Alternativa que pretende servir tanto al agricultor como a la conservación de las variedades cultivadas (Louette, 1998).
- Cooperación formalizada entre agricultores y fitomejoradores en actividades tales como la identificación de necesidades y prioridades de fitomejoramiento en los cultivos, la selección de variedades y la evaluación de las mismas (Eyzaguirre e Iwanaga, 1996).
- Una estrategia empleada para fortalecer la conservación en finca, a través de la motivación de agricultores para que busquen, seleccionen y manejen los sistemas de abasto local de semillas (Sthapit *et al.*, 2002).

Brush (1996) señala que, mientras que el fitomejoramiento convencional implícitamente involucra la cooperación entre agricultores y mejoradores, el fitomejoramiento participativo busca activamente la cooperación. Es precisamente este aspecto el que representa el rasgo distintivo entre ambas modalidades del mejoramiento genético y que, para que sea aún más trascendente, sería deseable que fuera más allá de las categorías contractual o de consulta señaladas por Biggs (1989), ubicándose por lo pronto en la colaborativa y no limitándose sólo a la selección de materiales genéticos, fueran estos segregantes o no. Conviene agregar que la participación de los agricultores (o de los usufructuarios directos, generalmente la población rural) se constituye en un aspecto clave para el manejo de recursos fitogenéticos, especialmente cuando se trata de proyectos que se están desarrollando *in situ*.

Aún cuando lo anterior sería lo deseable, no hay forma de conocer si ello ocurre o no, pues la información disponible no permitió precisar el nivel de participación de los agricultores en los proyectos. Por ello, los resultados expuestos deberán considerarse solamente como posibles tendencias del mejoramiento participativo en los trabajos de conservación *in situ* en México. En estudios posteriores deberá explorarse más a detalle este aspecto.

Al igual que en otros apartados, aquí también se detectó confusión entre los investigadores con respecto al manejo de la terminología relacionada con el mejoramiento participativo, pues en diversos proyectos que, según su título, no desarrollan actividades de fitomejoramiento, se indicó estar conduciendo actividades de mejoramiento con agricultores (Anexo A.2.4). Asimismo, hubo otros casos en los cuales no se contó con respuesta alguna. Nuevamente, y en aras de respetar los datos proporcionados por los entrevistados, y a falta de mayor información, ésta se procesó sin realizar modificaciones. Por ello, el análisis no se realizó únicamente para los cuatro proyectos identificados como fitomejoramiento participativo (Cuadro 2.7).

De esta forma, se puede consignar que del total de proyectos de conservación *in situ*, solamente 24.8% declaró explícitamente desarrollar mejoramiento participativo (Cuadro 2.7). A nivel región, el porcentaje fue muy variable, oscilando desde 10 hasta 50% (región Centro y Noreste respectivamente). Al analizar con más a detalle este tipo de proyectos (Anexo A.2.4) se observó que se ubicaron en las dos modalidades de conservación (hábitat natural o sistemas agrícolas tradicionales), y que varios de ellos no implicaban necesariamente actividades de fitomejoramiento. También se notó que en algunos proyectos de colecta y conservación de especies se dijo contar con la participación de agricultores, lo cual es una tendencia que convendría fortalecer. Otro aspecto a destacar es que diferentes proyectos con mejoramiento participativo involucraron especies alimenticias (maíz, calabaza, chile, nopal, agave).



CUADRO 2.7

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

Región	Total de Proyectos	Con información				Sin información	
		Subtotal		Porcentaje		Subtotal	Porcentaje
		SI	NO	SI	NO		
Centro	19	2	8	10.5	42.1	9	47.4
Centro-Sur	28	9	11	32.1	39.3	8	28.6
Noroeste	16	4	8	25.0	50.0	4	25.0
Noreste	8	4	3	50.0	37.5	1	12.5
Sureste	18	3	9	16.7	50.0	6	33.3
TOTAL	89	22	39	24.8	43.8	28	31.4

2.7 Familias, géneros y especies estudiadas *in situ*

Antes de presentar los resultados obtenidos para este y los dos siguientes apartados, es conveniente señalar que la información empleada como base para elaborar los cuadros provino de las respuestas dadas por los investigadores a diversas preguntas formuladas a través de cuestionarios en torno al tema de conservación *in situ*. Aún cuando se detectaron respuestas inexactas, particularmente las referentes a la ubicación de los proyectos en las modalidades de conservación en hábitat natural o en sistema agrícola tradicional (y que influyen directamente en el listado de especies bajo estudio en cada variante), se optó por dejarlas tal cual se recabaron, y solamente se formularon algunas observaciones al respecto.

2.7.1 En los hábitats naturales

En los hábitats naturales, a nivel nacional, se realizan estudios en un total de 52 familias botánicas (Cuadros 2.8 y 2.9); de ellas, 37 cuentan con información respecto a los géneros estudiados, mientras que en 15 aquélla no fue especificada. Considerando las familias con datos, se contabilizó un total de 79 géneros (Cuadro 2.8); al eliminar los repetidos, se obtiene una lista de 65 géneros que comprenden en conjunto alrededor de 100 especies (Cuadro 2.9). Es conveniente señalar que, de las 52 familias reportadas, dos de ellas corresponden a plantas no vasculares, caso de la Hyneaceae y la Ulvaceae, y que la Sargassaceae, en sentido estricto, no es considerada como una familia de plantas.

Las familias más estudiadas a nivel nacional, tomando como criterio el número de géneros bajo investigación (Cuadro 2.9) son: *Fabaceae*, *Cactaceae*, *Arecaceae* y *Asteraceae*; todas con cuatro o más géneros. Si se toma como referencia el número de especies al interior del género, sobresalen: *Fabaceae* (15 especies), *Pinaceae* (14 especies), *Cactaceae* (13 especies), *Agavaceae* (6 especies) y *Asteraceae* (6 especies).

A nivel de región (Cuadro 2.8), el número de familias botánicas estudiadas en los proyectos son: 32 en la Centro, 19 en la Noroeste, 15 en la Centro-Sur, 11 en la Sureste y seis en la Noroeste. En cuanto al número de géneros estudiados por región, éste fluctúa entre 14 y 19, excepto para la Noreste, donde solo se reportan seis géneros. En lo referente a especies, se repite la tendencia observada a nivel de familias: región Centro (45), Noroeste (36), Centro-Sur (30), Sureste (24) y Noreste (13).

Las familias más estudiadas considerando el número de géneros (Cuadro 2.8) fueron: en la región Centro, la *Asteraceae* (4 géneros); en la Centro-Sur, la *Fabaceae*, la *Verbenaceae* y la *Meliaceae* (con 3, 2 y 2 géneros respectivamente); en la Noroeste, la *Cactaceae* y la *Fabaceae* (con 4 y 3 géneros respectivamente); en la Noreste, la *Pinaceae*, *Fagaceae*, *Solanaceae*, *Agavaceae* y *Poaceae* (todas con un género); y en la Sureste, la *Fabaceae* y la *Arecaceae* (con cuatro géneros cada una).

CUADRO 2.8

Familias botánicas y número de géneros estudiados en los hábitats naturales a nivel regional

Familia	Número de Géneros Estudiados					
	Centro	Centro-Sur	Noroeste	Noreste	Sureste	Total
<i>Acanthaceae</i>	*	0	0	0	0	0
<i>Agavaceae</i>	1	1	0	1	0	3
<i>Amaranthaceae</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Amaryllidaceae</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Anacardiaceae</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Annonaceae</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Arecaceae</i>	0	0	0	0	4	4
<i>Asclepiadaceae</i>	*	0	0	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	4	0	0	0	0	4
<i>Bignoniaceae</i>	*	0	0	0	0	0
<i>Bombacaceae</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Boraginaceae</i>	*	0	0	0	0	0
<i>Bromeliaceae</i>	*	1	0	0	0	1
<i>Burseraceae</i>	0	1	1	0	1	3
<i>Cactaceae</i>	*	1	4	0	1	6
<i>Capparidaceae</i>	*	0	0	0	0	0
<i>Combretaceae</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Convolvulaceae</i>	*	0	0	0	0	0
<i>Cucurbitaceae</i>	1	1	0	0	0	2
<i>Cupresaceae</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Cyperaceae</i>	*	0	1	0	0	1
<i>Ericaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Euphorbiaceae</i>	*	0	1	0	0	1
<i>Fabaceae</i>	1	3	3	0	4	11
<i>Fagaceae</i>	1	0	1	1	0	3
<i>Flacourtiaceae</i>	*	0	0	0	0	0
<i>Fouquieriaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Hyneaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Lamiaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Liliaceae</i>	1	0	1	0	0	2
<i>Malpighiaceae</i>	*	0	0	0	0	0
<i>Malvaceae</i>	*	0	0	0	0	0
<i>Meliaceae</i>	0	2	0	0	0	2
<i>Mimosaceae</i>	1	0	1	0	0	2
<i>Moraceae</i>	*	0	0	0	0	0
<i>Nyctaginaceae</i>	*	0	0	0	0	0
<i>Orchidaceae</i>	*	0	0	0	0	0
<i>Pinaceae</i>	1	1	1	1	1	5
<i>Poaceae</i>	1	1	0	1	0	3
<i>Polygonaceae</i>	*	0	0	0	1	1
<i>Rhizophoraceae</i>	0	0	*	0	0	0
<i>Rosaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Rubiaceae</i>	*	1	0	0	0	1
<i>Rutaceae</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Sapotaceae</i>	0	1	0	0	1	2
<i>Sargassacea</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Solanaceae</i>	1	0	1	1	0	3
<i>Sterculiaceae</i>	*	0	0	0	0	0



Familia	Número de Géneros Estudiados					
	Centro	Centro-Sur	Noroeste	Noreste	Sureste	Total
<i>Tiliaceae</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Ulvaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Verbenaceae</i>	*	2	0	0	1	3
<i>Vitaceae</i>	0	0	1	0	0	1
Total de Géneros	14	19	23	6	17	79
Total de Familias Estudiadas	32	15	19	6	11	52

* Información no especificada en la encuesta.

El total para cada familia en el sentido de las hileras refleja la sumatoria del número de géneros reportados por región; por ello, existe la posibilidad de que un mismo género haya sido contabilizado más de una vez.

CUADRO 2.9

Géneros reportados en cada una de las familias estudiadas en los hábitats naturales de México

Familia	Géneros (y número de especies entre paréntesis)	Total de géneros y especies
<i>Acanthaceae</i>	No especificado	-
<i>Agavaceae</i>	<i>Agave</i> (5), <i>Yuca</i> (1)	2 (6)
<i>Amaranthaceae</i>	No especificado	-
<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Hymenocallis</i> (1)	1 (1)
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Metopium</i> (1)	1 (1)
<i>Annonaceae</i>	<i>Annona</i> (4)	1 (4)
<i>Arecaceae</i>	<i>Coccothrinax</i> (1), <i>Cocus</i> (1), <i>Pseudophoenix</i> (1), <i>Thrinax</i> (1)	4 (4)
<i>Asclepiadaceae</i>	No especificado	-
<i>Asteraceae</i>	<i>Acmella</i> (1), <i>Heliopsis</i> (3), <i>Montanoa</i> (1), <i>Xanthum</i> (1)	4 (6)
<i>Bignoniaceae</i>	No especificado	-
<i>Bombacaceae</i>	<i>Ceiba</i> (1)	1 (1)
<i>Boraginaceae</i>	No especificado	-
<i>Bromeliaceae</i>	<i>Tillandsia</i> (1)	1 (1)
<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i> (4)	1 (4)
<i>Cactaceae</i>	<i>Ferocactus</i> (1), <i>Mammillaria</i> (3), <i>Myrtillocactus</i> (1), <i>Opuntia</i> (5), <i>Pachycereus</i> (2), <i>Stenocereus</i> (1)	6 (13)
<i>Capparidaceae</i>	No especificado	-
<i>Combretaceae</i>	<i>Bucida</i> (1)	1 (1)
<i>Convolvulaceae</i>	No especificado	-
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Cucurbita</i> (2)	1 (2)
<i>Cupresaceae</i>	<i>Juniperus</i> (1)	1 (1)
<i>Cyperaceae</i>	<i>Scirpus</i> (1)	1 (1)
<i>Ericaceae</i>	<i>Arbutus</i> (1)	1 (1)
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Jathropa</i> (1)	1 (1)
<i>Fabaceae</i>	<i>Caesalpinia</i> (1), <i>Calliandra</i> (1), <i>Cercidium</i> (1), <i>Delea</i> (1), <i>Haematoxylum</i> (1), <i>Lupinus</i> (1), <i>Lysiloma</i> (1), <i>Piscidia</i> (1), <i>Prosopis</i> (7)	9 (15)
<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i> (4)	1 (4)
<i>Flacourtiaceae</i>	No especificado	-
<i>Fouquieriaceae</i>	<i>Fouquieria</i> (1)	1 (1)
<i>Hyneaceae</i>	<i>Hypnea</i> (1)	1 (1)
<i>Lamiaceae</i>	<i>Lepechinia</i> (1)	1 (1)
<i>Liliaceae</i>	<i>Allium</i> (1), <i>Smilax</i> (2)	2 (3)
<i>Malpighiaceae</i>	No especificado	-
<i>Malvaceae</i>	No especificado	-
<i>Meliaceae</i>	<i>Azariadachta</i> (1), <i>Trichilia</i> (1)	2 (2)
<i>Mimosaceae</i>	<i>Acacia</i> (2)	1 (2)
<i>Moraceae</i>	No especificado	-



Familia	Géneros (y número de especies entre paréntesis)	Total de géneros y especies
<i>Nyctaginaceae</i>	No especificado	-
<i>Orchidaceae</i>	No especificado	-
<i>Pinaceae</i>	<i>Abies</i> (2), <i>Pinus</i> (12)	2 (14)
<i>Poaceae</i>	<i>Cenchrus</i> (1), <i>Zea</i> (1)	2 (2)
<i>Polygonaceae</i>	<i>Coccoloba</i> (1)	1 (1)
<i>Rhizophoraceae</i>	Varios (No especificados)	-
<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus</i> (1)	1 (1)
<i>Rubiaceae</i>	<i>Coffea</i> (1)	1 (1)
<i>Rutaceae</i>	<i>Zanthoxylum</i> (1)	1 (1)
<i>Sapotaceae</i>	<i>Manilkara</i> (1), <i>Pouteria</i> (1)	2 (2)
<i>Sargassaceae</i>	<i>Sargassum</i> (1)	1 (1)
<i>Solanaceae</i>	<i>Capsicum</i> (1), <i>Solanum</i> (1)	2 (2)
<i>Sterculiaceae</i>	No especificado	-
<i>Tiliaceae</i>	<i>Castella</i> (1)	1 (1)
<i>Ulvaceae</i>	<i>Ulva</i> (1)	1 (1)
<i>Verbenaceae</i>	<i>Lantana</i> (1), <i>Lippia</i> (1), <i>Vitex</i> (1)	3 (3)
<i>Vitaceae</i>	<i>Vitis</i> (1)	1 (1)
TOTAL		65

Aquellos casos en los que la especie se reportó como "spp" se contabilizaron como especies distintas. El número entre paréntesis indica el número de especies bajo estudio; este es un dato aproximado, pues no se eliminaron redundancias.

2.7.2 En los sistemas agrícolas tradicionales

A nivel nacional, en los sistemas agrícolas tradicionales se trabaja con una diversidad de familias botánicas ligeramente mayor a la encontrada para los trabajos en los hábitats naturales, pues se generó una lista de 62 familias. En 46 de éstas se contó con alguna información de los géneros estudiados, mientras que en 16 no fue especificada. Considerando las 46 familias ya mencionadas, se enumeraron 120 géneros (Cuadro 2.10); después de eliminar redundancias en estos últimos, se contabilizaron 95 (Cuadro 2.11); el número de especies es de aproximadamente 150.

Las familias más destacadas por el número de géneros bajo investigación (Cuadro 2.11) fueron: *Fabaceae* (11), *Poaceae* (10), *Cactaceae* (7), *Agavaceae* (5), *Orchidaceae* (5) y *Meliaceae* (4). La lista aumenta dos familias si se toma como referencia el número de especies trabajadas por familia: *Fabaceae* (21), *Cactaceae* (20), *Poaceae* (15), *Agavaceae* (11), *Solanaceae* (10), *Pinaceae* (8), *Orchidaceae* (6) y *Meliaceae* (5).

El número de familias estudiadas a nivel región fue variable; sobresalieron la Sureste y la Noroeste con 36 y 33 familias respectivamente; mientras que las tres regiones restantes involucraron entre 11 y 12 familias (Cuadro 2.10). Las familias más estudiadas por región (considerando el número de géneros) (Cuadro 2.10) fueron: región Centro: *Cactaceae* (4 géneros), *Poaceae* (3) y *Solanaceae* (2); región Centro-Sur: *Fabaceae* y *Orchidaceae* (4), *Poaceae* (3) y *Agavaceae* y *Meliaceae* (2); región Noroeste: *Poaceae* (7), *Agavaceae* (4), *Fabaceae*, *Cactaceae*, *Pinaceae* y *Bignoniaceae* (todas con 3); región Noreste: *Agavaceae* y *Fabaceae* (ambas con 2 géneros); región Sureste: *Fabaceae* (5) y *Meliaceae* (2).

Con relación al número de géneros estudiados regionalmente (Cuadro 2.11), se tuvieron 50 para la Noroeste, 22 en la Centro-Sur, 18 en la Centro, 17 en la Sureste y 13 en la Noreste. En términos de número de especies estudiadas, los valores fueron: Noroeste (64), Sureste (64), Centro (37), Centro-Sur (25) y Noreste (16).

CUADRO 2.10

Familias botánicas y número de géneros estudiados en los sistemas agrícolas tradicionales de México

Familia	Número de Géneros Estudiados					Total
	Centro	Centro-Sur	Noroeste	Noreste	Sureste	
<i>Acanthaceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Aceraceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Agavaceae</i>	1	2	4	2	0	9
<i>Amaranthaceae</i>	0	0	0	0	*	0

Familia	Número de Géneros Estudiados					
	Centro	Centro-Sur	Noroeste	Noreste	Sureste	Total
<i>Anacardiaceae</i>	0	0	1	0	1	2
<i>Annonaceae</i>	0	1	0	0	*	1
<i>Apocynaceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Araceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Arecaceae</i>	1	1	1	0	*	3
<i>Asteraceae</i>	1	0	1	0	*	2
<i>Betulaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Bignoniaceae</i>	0	0	3	0	*	3
<i>Boraginaceae</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Bromeliaceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Burseraceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Cactaceae</i>	4	1	3	1	*	9
<i>Caesalpinaceae</i>	0	1	1	0	0	2
<i>Combretaceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Convolvulaceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Cucurbitaceae</i>	1	1	0	0	1	3
<i>Cupresaceae</i>	0	0	1	1	0	2
<i>Cyclanthaceae</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Cyperaceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Dioscoreaceae</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Equisetaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Ericaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Euphorbiaceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Fabaceae</i>	1	4	3	2	5	15
<i>Fagaceae</i>	0	0	1	1	0	2
<i>Garryaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Juglandaceae</i>	0	0	1	1	0	2
<i>Lamiaceae</i>	1	0	1	0	0	2
<i>Lauraceae</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Liliaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Loasaceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Malvaceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Meliaceae</i>	0	2	1	0	2	5
<i>Moraceae</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Musaceae</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Myrtaceae</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Orchidaceae</i>	1	4	0	0	*	5
<i>Passifloraceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Pedaliaceae</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Pinaceae</i>	0	0	3	1	0	4
<i>Platanaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Poaceae</i>	3	3	7	0	1	14
<i>Polygonaceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Pteridaceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Rhamnaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Rosaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Rubiaceae</i>	0	0	1	0	*	1
<i>Rutaceae</i>	0	0	0	0	*	0
<i>Salicaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Sapotaceae</i>	0	0	0	0	1	1

Familia	Número de Géneros Estudiados					Total
	Centro	Centro-Sur	Noroeste	Noreste	Sureste	
<i>Solanaceae</i>	2	1	1	1	1	6
<i>Sterculiaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Taxodiaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Verbenaceae</i>	0	0	1	1	*	2
<i>Vitaceae</i>	0	0	1	1	0	2
<i>Zygophyllaceae</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Zyngiberaceae</i>	0	0	0	0	*	0
Total de Géneros	18	22	50	13	17	120
Total de Familias Estudiadas	12	12	33	11	36	62

* Información no especificada en la encuesta.

El total para cada familia en el sentido de las hileras refleja la sumatoria del número de géneros reportados por región; por ello, existe la posibilidad de que un mismo género haya sido contabilizado más de una vez.

CUADRO 2.11

Géneros reportados en cada una de las familias estudiadas en los sistemas agrícolas tradicionales de México

Familia	Géneros (y número de especies entre paréntesis)	Total de géneros y especies
<i>Acanthaceae</i>	No especificado	-
<i>Aceraceae</i>	<i>Acer</i> (1)	1 (1)
<i>Agavaceae</i>	<i>Agave</i> (6); <i>Beucarnea</i> (1); <i>Dasyilirion</i> (2); <i>Nolina</i> (1); <i>Yucca</i> (1)	5 (11)
<i>Amaranthaceae</i>	No especificado	-
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Rhus</i> (2); <i>Spondia</i> (1)	2 (3)
<i>Annonaceae</i>	<i>Annona</i> (1); No especificado	1 (1)
<i>Apocynaceae</i>	No especificado	-
<i>Araceae</i>	No especificado	-
<i>Arecaceae</i>	<i>Cryosophila</i> (2); <i>Chamaedorea</i> (1); <i>Livistona</i> (1); No especificado	3 (4)
<i>Asteraceae</i>	<i>Heliopsis</i> (1); <i>Tithonia</i> (1); No especificado	2 (2)
<i>Betulaceae</i>	<i>Alnus</i> (1)	1 (1)
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Stan</i> (1); <i>Tabebuia</i> (2); <i>Tabebuina</i> (1); No especificado	3 (4)
<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i> (1)	1 (1)
<i>Bromeliaceae</i>	No especificado	-
<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i> (1)	1 (1)
<i>Cactaceae</i>	<i>Escontria</i> (1); <i>Lophocereus</i> (1); <i>Mammillaria</i> (1); <i>Opuntia</i> (11); <i>Pachycereus</i> (1); <i>Polaskia</i> (2); <i>Stenocereus</i> (3); No especificado	7 (20)
<i>Caesalpinaceae</i>	<i>Haematoxylon</i> (1); <i>Parkinsonia</i> (1)	2 (2)
<i>Combretaceae</i>	No especificado	-
<i>Convolvulaceae</i>	No especificado	-
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Cucurbita</i> (4)	1 (4)
<i>Cupresaceae</i>	<i>Juniperus</i> (4)	1 (4)
<i>Cyclanthaceae</i>	<i>Cardulovica</i> (1)	1 (1)
<i>Cyperaceae</i>	No especificado	-
<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Atriplex</i> (1)	1 (1)
<i>Dioscoreaceae</i>	<i>Dioscorea</i> (1)	1 (1)
<i>Equisetaceae</i>	<i>Equisetum</i> (1)	1 (1)
<i>Ericaceae</i>	<i>Arctostaphylos</i> (1)	1 (1)
<i>Euphorbiaceae</i>	No especificado	-
<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia</i> (1); <i>Acrocarpus</i> (1); <i>Gliricidia</i> (1); <i>Haematoxylum</i> (1); <i>Leucaena</i> (3); <i>Lupinus</i> (2); <i>Lysiloma</i> (1); <i>Mimosa</i> (2); <i>Prosopis</i> (2); <i>Phaseolus</i> (5); <i>Vigna</i> (2); No especificado	11 (21)



Familia	Géneros (y número de especies entre paréntesis)	Total de géneros y especies
<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i> (4)	1 (4)
<i>Garryaceae</i>	<i>Garrya</i> (1)	1 (1)
<i>Juglandaceae</i>	<i>Juglans</i> (1); <i>Carya</i> (1)	2 (2)
<i>Lamiaceae</i>	<i>Hyptis</i> (1); <i>Ocimum</i> (1)	2 (2)
<i>Lauraceae</i>	<i>Persea</i> (1)	1 (1)
<i>Liliaceae</i>	<i>Lilium</i> (1)	1 (1)
<i>Loasaceae</i>	No especificado	-
<i>Malvaceae</i>	No especificado	-
<i>Meliaceae</i>	<i>Azadirachta</i> (2); <i>Cedrela</i> (1); <i>Swetenia</i> (1); <i>Trichilia</i> (1)	4 (5)
<i>Moraceae</i>	<i>Brosimum</i> (1); No especificado	1 (1)
<i>Musaceae</i>	<i>Musa</i> (1)	1 (1)
<i>Myrtaceae</i>	<i>Pimenta</i> (1)	1 (1)
<i>Orchidaceae</i>	<i>Laelia</i> (1); <i>Epidenchum</i> (1); <i>Oncidium</i> (1); <i>Sobralia</i> (1); <i>Stanhopea</i> (2); No especificado	5 (6)
<i>Passifloraceae</i>	No especificado	-
<i>Pedaliaceae</i>	<i>Sesamum</i> (1)	1 (1)
<i>Pinaceae</i>	<i>Abies</i> (1); <i>Pinus</i> (6); <i>Pseudotsuga</i> (1)	3 (8)
<i>Platanaceae</i>	<i>Platanus</i> (1)	1 (1)
<i>Poaceae</i>	<i>Aristida</i> (1); <i>Bothriochloa</i> (1); <i>Bouteloua</i> (3); <i>Bromus</i> (1); <i>Cenchrus</i> (1); <i>Muhlenbergia</i> (1); <i>Panicum</i> (2); <i>Poa</i> (1); <i>Tripsacum</i> (1); <i>Zea</i> (3); No especificado	10 (15)
<i>Polygonaceae</i>	No especificado	-
<i>Pteridaceae</i>	No especificado	-
<i>Rhamnaceae</i>	<i>Ceanothus</i> (1)	1 (1)
<i>Rosaceae</i>	<i>Rosa</i> (1)	1 (1)
<i>Rubiaceae</i>	<i>Crusea</i> (1); No especificado	1 (1)
<i>Rutaceae</i>	No especificado	-
<i>Salicaceae</i>	<i>Populus</i> (2)	1 (2)
<i>Sapotaceae</i>	<i>Manilkara</i> (1)	1 (1)
<i>Solanaceae</i>	<i>Capsicum</i> (8); <i>Physalis</i> (2); No especificado	2 (10)
<i>Sterculiaceae</i>	<i>Guazuma</i> (1)	1 (1)
<i>Taxodiaceae</i>	<i>Taxodium</i> (1)	1 (1)
<i>Verbenaceae</i>	<i>Lippia</i> (1); <i>Vitex</i> (1); No especificado	2 (2)
<i>Vitaceae</i>	<i>Vitis</i> (2)	1 (2)
<i>Zygophylaceae</i>	<i>Guaicum</i> (1)	1 (1)
<i>Zyngiberaceae</i>	No especificado	-
Total		95

Aquellos casos en los que la especie se reportó como "spp" se contabilizaron como especies distintas.

El número entre paréntesis indica el número de especies bajo estudio; este es un dato aproximado, pues no se eliminaron redundancias.

2.7.3 Comparativo con la diversidad vegetal de México

Tomando como base la riqueza de especies, de endemismos y de ecosistemas, Mittermeier y Goettsch (1997) han definido un grupo de 17 países reconocidos como megadiversos, los cuales concentran 75% de todas las especies de plantas vasculares y animales terrestres vivos que se conocen en el mundo. México es uno de esos 17 países megadiversos. La información provista por CONABIO (2000) indica que en México existen cerca de 65 000 especies de fauna, flora y hongos, lo cual lo ubica en el cuarto lugar a nivel mundial. La misma institución señala que en el caso particular de las especies de plantas superiores, en México se localiza 10% de las del planeta (esto es, hay 26 000 especies de plantas vasculares), y más de 40% son exclusivas del territorio nacional (CONABIO, 2000).

En el Estudio de País desarrollado por la CONABIO, González y Smith (1998) consignan que en México, tomando en cuenta los registros de algas, briofitas, pteridofitas y fanerógamas, el número de especies de plantas que existen en el territorio nacional es por lo menos de 23 702. Agregan que el número total de especies podría ser de 27 402 si se



considera que el número estimado de fanerógamas es de 21 600. Los mismos autores señalan que Rzedowski (1992 y 1996), a partir de la relación estimada a nivel mundial de fanerógamas y criptógamas, calcula en 36 000 el número total de especies en México.

Con respecto a las plantas vasculares en México, González y Smith (1998) proporcionan los siguientes datos: a) las pteridofitas representan cerca de 5% de las especies vasculares del país, con una diversidad estimada entre 1 000 y 1 100 especies, pertenecientes a 110 géneros; b) dentro del grupo de las gimnospermas se registra un total de 71 especies, siendo el grupo de los pinos uno de los más diversos, con 48 especies; c) citando a Rzedowski (1996), indican que la mayor parte de las especies de angiospermas pertenecen a seis familias: compuestas, gramíneas, cactáceas, orquídeas, rubiáceas y leguminosas.

Aún cuando no se encontró una referencia sobre el número de familias botánicas presentes en México, se puede tener una idea del trabajo desarrollado en conservación *in situ* tomando como base el número de especies estudiadas. Resumiendo los datos más importantes presentados en secciones previas, se tiene que en los hábitats naturales se estudia un total de 52 familias botánicas; considerando las 37 para las que existe información, se identificaron 65 géneros y 100 especies bajo investigación. En el caso de los sistemas agrícolas tradicionales, se trabaja en 62 familias; tomando en cuenta las 46 para las que se tuvo información detallada, se precisaron 95 géneros y 150 especies. En relación al número de familias botánicas estudiadas a nivel nacional, sumando las reportadas en hábitat natural y en sistema agrícola tradicional, y descontando las repetidas, la cantidad fue de 73. A reserva de realizar un conteo más preciso de las especies estudiadas (descontando las repetidas y agregando aquéllas de las cuales no se tuvo información), se podría fijar el número de especies estudiadas en 250. Se observa que esta cantidad representa apenas 1.05% de la estimación más baja del total de especies vegetales (23 702) y 1.16% de las fanerógamas.

Si la comparación se realiza tomando como punto de comparación el número de especies con algún uso por el hombre, que Ortega *et al.* (2000) fijan en aproximadamente siete mil, de las cuales alrededor de 1 600 son de uso alimenticio, se tiene que se ha estudiado a lo más el 3.5% de las especies en uso. Con respecto a las alimenticias, el porcentaje es de 4% (16 especies alimenticias en hábitats naturales y 48 en sistemas agrícolas tradicionales, sin eliminar las repetidas).

Las cifras anteriores evidencian el por qué es fundamental seguir desarrollando trabajos no solamente de conservación *in situ* o *ex situ*, sino de la diversidad vegetal en su contexto más amplio, a fin de conocerla, cuantificarla, de precisar el estado en el cual se encuentra y así definir las acciones más adecuadas para su conservación y aprovechamiento racional.

2.8 Recursos alimenticios estudiados *in situ*

Tanto en los hábitats naturales como en los sistemas agrícolas tradicionales existen especies vegetales que se emplean como sustento alimenticio de los núcleos humanos allí establecidos. Estas especies pueden ser cultivadas, de recolección, o estar en proceso de domesticación, y abarcar las categorías convencionales de cultivos básicos, hortalizas y frutales (anuales y perennes y/o tropicales y caducifolios). Asimismo, pueden quedar incluidas algunas especies agroindustriales y oleaginosas de uso actual o potencial y, de manera indirecta, las especies forrajeras.

Como lo señalan Collins y Hawtin (1999), muchas de estas especies, particularmente las no cultivadas que se emplean como hortalizas o frutas entre otras variantes, se encuentran subutilizadas. Agregan que tales especies muchas veces han sido ignoradas porque son de poco valor comercial o porque el riesgo de que se pierdan es bajo. Los resultados aquí obtenidos arrojan poca información acerca de su diversidad, distribución y características, en consecuencia, los esfuerzos de conservación y mantenimiento son mínimos. Por ello, se debe considerar profundizar en el conocimiento de esas especies. El análisis que se presenta a continuación se efectuó tanto para los proyectos conducidos en los hábitats naturales como en los sistemas agrícolas tradicionales, identificando las familias, géneros y especies de carácter alimenticio estudiados en cada modalidad de la conservación *in situ*.

2.8.1 En los hábitats naturales

De las 52 familias botánicas estudiadas en los hábitats naturales, once de ellas incluyeron géneros relacionados con especies alimenticias (Cuadro 2,12), empleadas por sus semillas, frutos, raíces o tubérculos comestibles, como hortalizas, condimentos o como estimulantes (para la elaboración de bebidas). Es conveniente señalar que aún cuando varios investigadores ubicaron su trabajo como desarrollado en los hábitats naturales, es altamente probable que aquél se esté desarrollando en campos o plantaciones experimentales o en jardines botánicos, lo cual en sentido estricto no es considerado como conservación *in situ*, aún cuando se realice dentro de áreas geográficas designadas como hábitats

naturales. El concepto de conservación *in situ* en el hábitat natural implica que las especies están siendo preservadas bajo algún sistema de manejo dentro de sus ecosistemas pero sin modificar su disposición y arreglo natural. Por tanto, aún cuando varios de los géneros y especies listados en el Cuadro 2.12 se reportan como trabajados en los hábitats naturales, habrá que tomar con reserva algunos de ellos, como es el caso de los géneros *Annona*, *Cucurbita*, *Manilkara* y *Pouteria* (en la región Centro-Sur) y *Capsicum* (en la región Noreste).

Especial atención merecen los reportes encontrados en este apartado para la familia Poaceae, la mayoría relacionados con maíz (*Zea mays* L.), en los que resulta evidente que los proyectos no se están desarrollando en los hábitats naturales, ya que abordan temas como producción de semilla, conservación de germoplasma, registro de variedades, fitomejoramiento y validación de maíces de alta calidad proteica.

Las 11 familias botánicas señaladas con antelación involucran 12 géneros de uso alimenticio (Cuadro 2.12); uno de ellos corresponde a una especie empleada como estimulante, tres a condimentos, seis a frutas, uno a semillas (maíz) y otro a hortalizas. Cuatro de estos géneros corresponden a especies bajo cultivo (*Zea*, *Cucurbita*, *Capsicum* y *Agave*; maíz, calabaza, chile y agave pulquero respectivamente) y el resto corresponde a especies netamente de recolección o con algún nivel de manejo agronómico. Conviene agregar que solamente se identificaron tres géneros en los cuales se está trabajando con parientes silvestres de especies cultivadas (Cuadro 2.12): *Agave*, *Solanum* y *Vitis*. También se identificaron dos familias (Cuadro 2.13) que incluyen géneros empleados con fines forrajeros.

CUADRO 2.12

Familias, géneros y especies relacionadas con cultivos alimenticios y que están siendo estudiadas en los hábitats naturales de México

Región	Familia	Género	Especie	Uso principal
Noreste	Agavaceae	Agave	americana	Estimulante (agave pulquero)
Centro	Asteraceae	Heliopsis	longipes	Condimento (chilcuague)
Noroeste	Solanaceae	Capsicum	annuum	Condimento (chiltepín silvestre)
Noreste	Solanaceae	Capsicum	annuum	Condimento (chile)
Centro-Sur	Verbenaceae	Limpia	graveolens	Condimento (orégano)
Centro-Sur	Annonaceae	Annona	reticulata, glabra, purpurea, squamosa	Fruta comestible (anonas)
Sureste	Areaceae	Coccus	nucifera	Fruta comestible (cocotero)
Sureste	Cactaceae	Myrtillocactus	geometrizers	Fruta comestible (garambullo)
Centro-Sur	Cactaceae	Stenocereus	stellatus	Fruta comestible (xoconostle)
Centro-Sur	Sapotaceae	Manilkara	zapota	Fruta comestible (chicozapote)
Sureste	Sapotaceae	Manilkara	zapota	Fruta comestible (chicozapote)
Centro-Sur	Sapotaceae	Pouteria	sapota	Fruta comestible (zapote mamey)
Centro	Poaceae	Zea	mays	Semilla comestible (maíz)
Centro-Sur	Poaceae	Zea	mays	Semilla comestible (maíz)
Centro	Cucurbitaceae	Cucurbita	spp	Hortaliza (calabaza)
Centro-Sur	Cucurbitaceae	Cucurbita	argyrosperma	Hortaliza (calabaza pipiana)
Noreste	Agavaceae	Agave	funkiana, lophantha, marmorata	No especificado (agave silvestre)
Centro	Solanaceae	Solanum	ceratiforme	No especificado (papa silvestre)
Noroeste	Vitaceae	Vitis	arizonica	No especificado (uva silvestre)

CUADRO 2.13

Familias, géneros y especies relacionadas con especies forrajeras y que están siendo estudiadas en los hábitats naturales de México

Región	Familia	Género	Especie	Descripción breve
Centro	Asteraceae	Heliopsis	procumbens	(mozuquíl)
Centro-Sur	Fabaceae	Lupinus	spp	
Sureste	Fabaceae	Lysiloma	latisiliqua	
Centro-Sur	Fabaceae	Prosopis	laevigata	(mezquite)

2.8.2 En los sistemas agrícolas tradicionales

De las 62 familias estudiadas a nivel nacional bajo esta modalidad de conservación, 19 incluyeron especies de uso alimenticio directo (Cuadro 2.14), e involucraron 26 géneros (27% del listado total). De estos, cuatro se aprovechan en forma de estimulantes, cuatro como condimento, diez como fruta, cuatro como semillas y cuatro como hortalizas.

Ocho de los 26 géneros incluyeron especies bajo cultivo sistemático (Cuadro 2.14): *Agave* (agave pulquero), *Carya* (nuez), *Vitis* (uva), *Phaseolus* (frijol), *Sesamum* (ajonjolí), *Zea* (maíz), *Cucurbita* (chilacayote y calabaza) y *Opuntia* (nopales); el resto correspondió a especies de recolección o con diferentes niveles de manejo agronómico, lo cual es relevante, pues indica que se está atendiendo otras especies que no son necesariamente las de mayor importancia económica pero que tienen un valor social importante en regiones específicas del país. Tal es el caso de diversas especies empleadas para elaborar bebidas locales o condimentos regionales. No obstante, aún faltan muchas especies por estudiar, pues como lo consignan Ortega *et al.* (2000), se estima que en México se tienen aproximadamente 7 000 especies en uso, de las cuales alrededor de 1 600 son de uso alimenticio.

Es importante resaltar que se encontró una cantidad apreciable de trabajos con especies forrajeras que, aún cuando no son de consumo directo, constituyen una fuente de alimentación importante para el ganado presente en muchas unidades de producción de la agricultura tradicional. Específicamente fueron seis las familias que incluyeron especies forrajeras (Cuadro 2.15), lo cual es alentador, pues indica que la investigación no se ha restringido a pastos (Familia Poaceae). El total de géneros involucrados fue de 14, de los cuales entre 4 a 5 normalmente se encuentran bajo cultivo (*Bouteloua*, *Bromus*, *Cenchrus* y *Panicum*), el resto incluyó especies de ramoneo o que no están bajo cultivo estricto.

Por último, tanto en el caso de especies alimenticias como forrajeras, se identificaron reportes de trabajo con especies silvestres emparentadas. En el primer caso, se tiene el agave silvestre, el nogal cimarrón, la uva silvestre y los teocintles (Cuadro 2.14), y en el segundo a dos zacates silvestres (Cuadro 2.15).

CUADRO 2.14

Familias, géneros y especies relacionadas con cultivos alimenticios que están siendo estudiadas en los sistemas agrícolas tradicionales de México

Región	Familia	Género	Especie	Uso principal
Noreste	<i>Agavaceae</i>	<i>Agave</i>	<i>americana</i>	Estimulante (agave pulquero)
Centro-Sur	<i>Agavaceae</i>	<i>Agave</i>	<i>angustifolia, cupreata</i>	Estimulante
Noroeste	<i>Agavaceae</i>	<i>Agave</i>	<i>polianthiflora</i>	Estimulante
Centro	<i>Agavaceae</i>	<i>Agave</i>	<i>potatorum</i>	Estimulante (maguey de mezcal)
Noroeste	<i>Agavaceae</i>	<i>Dasyliirion</i>	<i>wheeleri</i>	Estimulante (sotol)
Noreste	<i>Agavaceae</i>	<i>Dasyliirion</i>	<i>wheeleri</i>	Estimulante (sotol)
Centro	<i>Lamiaceae</i>	<i>Hyptis</i>	<i>suaveolens</i>	Estimulante (chía gorda)
Noroeste	<i>Garryaceae</i>	<i>Garrya</i>	<i>wrightii</i>	Estimulante (se adiciona al tesguino)
Centro	<i>Asteraceae</i>	<i>Heliopsis</i>	<i>longipes</i>	Condimento (chilcuague)
Noreste	<i>Myrtaceae</i>	<i>Pimienta</i>	<i>dioica</i>	Condimento
Centro	<i>Solanaceae</i>	<i>Capsicum</i>	<i>annuum</i>	Condimento
Centro	<i>Solanaceae</i>	<i>Capsicum</i>	<i>pubescens</i>	Condimento
Noroeste	<i>Solanaceae</i>	<i>Capsicum</i>	<i>annuum, frutescens</i>	Condimento
Noreste	<i>Solanaceae</i>	<i>Capsicum</i>	<i>annuum</i>	Condimento
Sureste	<i>Solanaceae</i>	<i>Capsicum</i>	<i>annuum, chinensis, spp</i>	Condimento
Noreste	<i>Verbenaceae</i>	<i>Lippia</i>	<i>berlandieri</i>	Condimento (orégano de castilla)
Sureste	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Spondia</i>	<i>purpurea</i>	Fruta comestible (jocote)
Centro-Sur	<i>Annonaceae</i>	<i>Annona</i>	<i>diversifolia</i>	Fruta comestible (ilama)
Centro	<i>Cactaceae</i>	<i>Opuntia</i>	<i>streptacantha</i>	Fruta comestible (tuna cardona)
Centro	<i>Cactaceae</i>	<i>Escontria</i>	<i>chiotilla</i>	Fruta comestible (jiotilla)
Centro	<i>Cactaceae</i>	<i>Polaskia</i>	<i>chende, chichipe</i>	Fruta comestible
Centro	<i>Cactaceae</i>	<i>Stenocereus</i>	<i>queretaroensis, pruinosus, stellatus</i>	Fruta comestible (pitayo, pitayo de octubre y xoconostle)
Noreste	<i>Juglandaceae</i>	<i>Carya</i>	<i>illinoensis</i>	Fruta comestible (nogal pecanero)
Sureste	<i>Lauraceae</i>	<i>Persea</i>	<i>americana</i>	Fruta comestible (aguacate criollo)
Sureste	<i>Sapotaceae</i>	<i>Manilkara</i>	<i>sapota</i>	Fruta comestible (chicozapote)



Región	Familia	Género	Especie	Uso principal
Noreste	<i>Vitaceae</i>	<i>Vitis</i>	<i>vinifera</i>	Fruta comestible (uva)
Noreste	<i>Fabaceae</i>	<i>Phaseolus</i>	<i>coccineus, lunatus</i>	Semilla comestible (frijol)
Noreste	<i>Fabaceae</i>	<i>Phaseolus</i>	<i>lunatus, polyanthus, vulgaris</i>	Semilla comestible (frijol)
Sureste	<i>Fabaceae</i>	<i>Vigna</i>	<i>orellana, unguiculata</i>	Semilla comestible
Centro-Sur	<i>Pedaliaceae</i>	<i>Sesamum</i>	<i>indicum</i>	Semilla comestible (ajonjolí)
Centro	<i>Poaceae</i>	<i>Zea</i>	<i>Mays</i>	Semilla comestible (maíz)
Centro-Sur	<i>Poaceae</i>	<i>Zea</i>	<i>mays</i>	Semilla comestible (maíz)
Sureste	<i>Poaceae</i>	<i>Zea</i>	<i>mays</i>	Semilla comestible (maíz)
Centro	<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Cucurbita</i>	<i>ficifolia</i>	Hortaliza (chilacayote)
Centro-Sur	<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Cucurbita</i>	<i>argyrosperma</i>	Hortaliza (calabaza)
Centro	<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Cucurbita</i>	<i>moschata, pepo</i>	Hortaliza
Centro	<i>Cactaceae</i>	<i>Opuntia</i>	<i>atropes, ficus-indica, imbricata</i>	Hortaliza (nopales y cardenche)
Centro	<i>Dioscoreaceae</i>	<i>Dioscorea</i>	<i>remotiflora</i>	Hortaliza (camote de cerro)
Centro-Sur	<i>Fabaceae</i>	<i>Leucaena</i>	<i>esculenta</i>	Hortaliza (guaje)
Sureste	<i>Fabaceae</i>	<i>Leucaena</i>	<i>leucocephala</i>	Hortaliza (guaje)
Noroeste	<i>Agavaceae</i>	<i>Agave</i>	<i>parryi</i>	No especificado (agave silvestre)
Noroeste	<i>Juglandaceae</i>	<i>Juglans</i>	<i>major</i>	No especificado (nogal cimarrón)
Noreste	<i>Vitaceae</i>	<i>Vitis</i>	<i>arizonica</i>	No especificado (uva silvestre)
Centro	<i>Poaceae</i>	<i>Zea</i>	<i>diploperennis, parviglumis</i>	No especificado (teocintles)

CUADRO 2.15

Familias, géneros y especies relacionadas con especies forrajeras y que están siendo estudiadas en los sistemas agrícolas tradicionales de México

Región	Familia	Género	Especie	Descripción breve
Centro	<i>Cactaceae</i>	<i>Opuntia</i>	<i>leucotricha</i>	(nopal duraznillo)
Noreste	<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Atriplex</i>	<i>canescens</i>	(costilla de vaca)
Noreste	<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia</i>	<i>berlandieri</i>	(mimbres o huajillo)
Sureste	<i>Fabaceae</i>	<i>Gliricidia</i>	<i>sepium</i>	
Centro-Sur	<i>Fabaceae</i>	<i>Lupinus</i>	spp	
Noroeste	<i>Fabaceae</i>	<i>Lupinus</i>	spp	
Centro-Sur	<i>Fabaceae</i>	<i>Prosopis</i>	<i>laevigata</i>	(mezquite)
Noreste	<i>Fabaceae</i>	<i>Prosopis</i>	<i>laevigata</i>	(mezquite)
Sureste	<i>Moraceae</i>	<i>Brosimum</i>	<i>alicastrum</i>	(ramón)
Noroeste	<i>Poaceae</i>	<i>Aristida</i>	<i>schiedeana</i>	
Noroeste	<i>Poaceae</i>	<i>Bothriochloa</i>	<i>barbinodis</i>	
Centro	<i>Poaceae</i>	<i>Bouteloua</i>	<i>gracilis</i>	(zacate navajita)
Noroeste	<i>Poaceae</i>	<i>Bouteloua</i>	<i>curtipendula</i>	(zacate gramma)
Noroeste	<i>Poaceae</i>	<i>Bromus</i>	<i>anomalus</i>	(bromo dormilón)
Centro-Sur	<i>Poaceae</i>	<i>Cenchrus</i>	spp	(buffel)
Centro-Sur	<i>Poaceae</i>	<i>Panicum</i>	<i>maximum</i>	(pasto guinea)
Noroeste	<i>Poaceae</i>	<i>Muhlenbergia</i>	<i>emersleyi</i>	No especificado (zacate cola de zorra)
Noroeste	<i>Poaceae</i>	<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	No especificado (zacate bulboso)

2.9 Recursos fitogenéticos con otros usos

Los recursos fitogenéticos no incluyen solamente a los que se emplean para fines alimenticios, sino que también abarcan a aquellos que satisfacen otras necesidades del ser humano. Bajo esta consideración, en el presente apartado se expone la información encontrada respecto a especies vegetales no alimenticias (medicinales, ornamentales, combustibles, maderables y textiles), pero de importancia social y/o económica para el hombre, particularmente para el habitante de las zonas rurales del país.

2.9.1 En los hábitats naturales

En el Cuadro 2.16 se observa que hubo seis géneros que incluyeron especies medicinales, seis a especies ornamentales y dos a plantas con potencial bioinsecticida, aunque estos últimos aparentemente son casos de plantaciones establecidas y no de poblaciones naturales. En conjunto, estas 14 especies correspondieron a 10 familias botánicas; dos reportes fueron de la región Centro, tres de la Centro-Sur, cuatro de la Noroeste y seis de la Sureste. No se identificó algún reporte para la región Noreste. Resalta que, con excepción quizá de las plantas bioinsecticidas, el resto son, hasta donde se sabe, especies no cultivadas, por lo que tienen un amplio potencial de utilización bajo cultivo.

CUADRO 2.16

Familias, géneros y especies de uso medicinal, ornamental o con potencial bioinsecticida que están siendo estudiadas en los hábitats naturales de México

Región	Familia	Género	Especie	Uso principal
Centro	<i>Asteraceae</i>	<i>Montanoa</i>	<i>tomentosa</i>	Medicinal
Sureste	<i>Cyperaceae</i>	<i>Scirpus</i>	spp	Medicinal (Copalillo)
Noroeste	<i>Fabaceae</i>	<i>Calliandra</i>	<i>californica</i>	Medicinal
Noroeste	<i>Lamiaceae</i>	<i>Lepechinia</i>	<i>hastata</i>	Medicinal
Centro	<i>Liliaceae</i>	<i>Smilax</i>	<i>aristolochiaefolia</i> , <i>moranensis</i>	Medicinal (Zarzaparrilla)
Centro-Sur	<i>Tiliaceae</i>	<i>Castella</i>	<i>tortuosa</i>	Medicinal (Chaparro amargoso)
Sureste	<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Hymenocallis</i>	<i>harrisiana</i>	Ornamental
Sureste	<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Thrinax</i>	<i>radiata</i>	Ornamental
Sureste	<i>Bromeliaceae</i>	<i>Tillandsia</i>	<i>recurvata</i>	Ornamental (Heno)
Noroeste	<i>Ericaceae</i>	<i>Arbutus</i>	<i>andrachne</i>	Ornamental (Madroño)
Sureste	<i>Fabaceae</i>	<i>Caesalpinia</i>	<i>gaumeri</i>	Ornamental
Noroeste	<i>Fabaceae</i>	<i>Calliandra</i>	<i>californica</i>	Ornamental
Centro-Sur	<i>Meliaceae</i>	<i>Azadirachta</i>	<i>indica</i>	Bioinsecticida (Neem)
Centro-Sur	<i>Meliaceae</i>	<i>Trichilia</i>	<i>havanensis</i>	Bioinsecticida (Rama tinaja)

Otro conjunto de especies de uso actual y de importancia social y/o económica son aquellas empleadas como fuente de combustible o madera, o de relevancia forestal (Cuadro 2.17). Se detectaron dos reportes de investigaciones con especies del género *Prosopis*, que en la región Noroeste se utiliza para producir carbón. Asimismo, se identificaron cinco especies de uso maderable conocido y dos familias (*Fagaceae* y *Pinaceae*) que incluyen géneros y especies presentes en comunidades forestales. También se identificaron dos especies de uso textil (palma samandoca y pochote). En este caso, las 26 especies reportadas correspondieron a nueve familias, y se ubicaron en las regiones Sureste (9), Noreste (6), Noroeste (5), Centro (3) y Centro-Sur (3).

CUADRO 2.17

Familias, géneros y especies de uso maderable, forestal o textil que están siendo estudiadas en los hábitats naturales de México

Región	Familia	Género	Especie	Uso principal
Noroeste	<i>Fabaceae</i>	<i>Prosopis</i>	<i>articulata</i> , <i>palmeri</i>	Combustible (Mezquite para carbón)
Sureste	<i>Combretaceae</i>	<i>Bucida</i>	<i>buceras</i>	Maderable
Sureste	<i>Fabaceae</i>	<i>Piscidia</i>	<i>piscipula</i>	Maderable (Cocuite)
Sureste	<i>Polygonaceae</i>	<i>Coccoloba</i>	<i>uvifera</i>	Maderable
Noroeste	<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus</i>	<i>avium</i> L.	Maderable
Sureste	<i>Verbenaceae</i>	<i>Vitex</i>	<i>gaumeri</i>	Maderable
Centro	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	Spp	Forestal
Noroeste	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	Spp	Forestal
Noreste	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	Spp	Forestal
Centro-Sur	<i>Pinaceae</i>	<i>Abies</i>	<i>hickelii</i> , <i>religiosa</i>	Forestal



Región	Familia	Género	Especie	Uso principal
Centro	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	Spp	Forestal
Noroeste	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	Spp	Forestal
Noreste	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>cembroides, culminicola, hartwegii, pseudostrobus, teocote</i>	Forestal
Sureste	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>pinceana, caribaea, maximartinezii, montezuma, nelsonii</i>	Forestal
Centro	<i>Agavaceae</i>	<i>Yuca</i>	<i>carnerosana</i>	Textil (Palma samandoca)
Centro-Sur	<i>Bombacaceae</i>	<i>Ceiba</i>	<i>aesculifolia</i>	Textil (Pochote o ceiba)

2.9.2 En los sistemas agrícolas tradicionales

Con respecto a las especies con usos diferentes a los alimenticios (Cuadro 2.18), se identificaron cuatro medicinales, diez ornamentales y dos bioinsecticidas. En conjunto, estas especies correspondieron a nueve familias y quince géneros. Once de las 17 especies se encuentran en la Región Centro-Sur (una compartida con la región Sureste), seis en la Noroeste y solamente uno en la Centro. No hubo reportes para la región Noreste. En el caso de las especies bioinsecticidas de la región Centro-Sur, éstas se encuentran establecidas en plantaciones.

CUADRO 2.18

Familias, géneros y especies de uso medicinal, ornamental o con potencial bioinsecticida que están siendo estudiadas en los sistemas agrícolas tradicionales de México

Región	Familia	Género	Especie	Uso principal
Noroeste	<i>Taxodiaceae</i>	<i>Taxodium</i>	<i>mucronatum</i>	Ornamental (ahuehuete)
Noroeste	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Rhus</i>	<i>trilobata</i>	Medicinal
Noroeste	<i>Betulaceae</i>	<i>Agnus</i>	<i>oblongifolia</i>	Medicinal (aile-powaka)
Noroeste	<i>Cactaceae</i>	<i>Lophocereus</i>	<i>schotti</i>	Medicinal
Noroeste	<i>Lamiaceae</i>	<i>Ocimum</i>	<i>basilicum</i>	Medicinal (albácar)
Centro-Sur	<i>Agavaceae</i>	<i>Beucarnea</i>	<i>recurvata</i>	Ornamental (pata de elefante)
Centro-Sur	<i>Arecaceae</i>	<i>Chamaedorea</i>	<i>elegans</i>	Ornamental (Palma camedor)
Centro	<i>Arecaceae</i>	<i>Chamaedorea</i>	<i>elegans</i>	Ornamental (Palma camedor)
Centro-Sur	<i>Cactaceae</i>	<i>Mammillaria</i>	<i>parkinsonii</i>	Ornamental
Centro-Sur	<i>Orchidaceae</i>	<i>Epidenchem</i>	<i>parkinsonianum</i>	Ornamental
Centro	<i>Orchidaceae</i>	<i>Laelia</i>	<i>speciosa</i>	Ornamental
Centro-Sur	<i>Orchidaceae</i>	<i>Oncidium</i>	<i>incuruum</i>	Ornamental
Centro-Sur	<i>Orchidaceae</i>	<i>Sobralia</i>	<i>macrantha</i>	Ornamental
Centro-Sur	<i>Orchidaceae</i>	<i>Stanhopea</i>	<i>oculata, tigrina</i>	Ornamental
Centro-Sur	<i>Meliaceae</i>	<i>Azardachta</i>	<i>indica</i>	Bioinsecticida (Neem)
Sureste	<i>Meliaceae</i>	<i>Azardachta</i>	<i>indica</i>	Bioinsecticida (Neem)
Centro-Sur	<i>Meliaceae</i>	<i>Trichilia</i>	<i>havanensis</i>	Bioinsecticida (Rama tinaja)

Por último, conviene indicar que también se listaron 31 especies con usos para combustible, madera, textil o de importancia forestal (Cuadro 2.19). Cuatro de ellas correspondieron a la primer categoría, ocho a la segunda, dos a la tercera y 17 a la última. Todo este conjunto de especies se distribuyó en 14 familias y 18 géneros. Todas las especies empleadas como combustible se ubican en la región Noroeste, al igual que las maderables (excepto los géneros *Cordia* y *Swetenia*, localizados en la región Sureste). Las especies forestales estudiadas en sistemas agrícolas tradicionales son de las regiones Noroeste y Noreste. En cuanto a las textiles, una es de la región Centro y la otra de la Sureste.

CUADRO 2.19

Familias, géneros y especies de uso maderable, forestal o textil que están siendo estudiadas en los sistemas agrícolas tradicionales de México

Región	Familia	Género	Especie	Uso principal
Noroeste	<i>Ericaceae</i>	<i>Arctostaphylos</i>	<i>Pungens</i>	Combustible (Madroño)
Noroeste	<i>Cactaceae</i>	<i>Opuntia</i>	<i>Spiniosior</i>	Combustible
Noroeste	<i>Platanaceae</i>	<i>Platanus</i>	<i>Wrightii</i>	Combustible
Noroeste	<i>Verbenaceae</i>	<i>Vitex</i>	<i>Mollis</i>	Combustible (Cuyotomate)
Noroeste	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Stan</i>	<i>tecoma</i>	Maderable (Roble)
Noroeste	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Tabebuia</i>	<i>chrysantha, palmeri</i>	Maderable
Sureste	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i>	<i>mexicana</i>	Maderable
Noroeste	<i>Meliaceae</i>	<i>Cedrela</i>	<i>odorata, mexicana</i>	Maderable (Cedro)
Sureste	<i>Meliaceae</i>	<i>Swetenia</i>	<i>macrophylla</i>	Maderable (Caoba)
Noroeste	<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Guaiacum</i>	<i>coulteri</i>	Maderable
Noroeste	<i>Cupressaceae</i>	<i>Juniperus</i>	<i>monosperma, deppeana, scopulorum</i>	Forestal (Junípero)
Noroeste	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>emoryi, arizonica, oblongifolia</i>	Forestal
Noreste	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	spp	Forestal
Noroeste	<i>Pinaceae</i>	<i>Abies</i>	<i>concolor</i>	Forestal
Noroeste	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>cembroides, chihuahuana</i>	Forestal
Noreste	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>culminicola, hartwegii, pseudostrobus, teocote</i>	Forestal
Noroeste	<i>Pinaceae</i>	<i>Pseudotsuga</i>	<i>meziesii</i>	Forestal
Noroeste	<i>Salicaceae</i>	<i>Populus</i>	<i>fremontii</i>	Forestal (chopo negro)
Noroeste	<i>Salicaceae</i>	<i>Populus</i>	<i>tremuloides</i>	Forestal (álamo temblón)
Centro	<i>Arecaceae</i>	<i>Cryosophila</i>	<i>nana</i>	Textil (palma de escoba)
Sureste	<i>Cyclanthaceae</i>	<i>Cardulovica</i>	<i>palmata</i>	Textil (palma para textiles)

2.10 Estado de los recursos fitogenéticos estudiados *in situ*

Respecto a este tema, se logró obtener una aproximación respecto al grado de amenaza que tienen las especies bajo estudio tanto en los hábitats naturales como en los sistemas tradicionales.

2.10.1 En los hábitats naturales

La información presentada en el Cuadro 2.20 revela que de los 148 reportes de especies trabajadas a nivel nacional, 29 corresponden a especies clasificadas como abundantes, 104 a estables, 11 en declinación y sólo cuatro a las que se encuentran en peligro de extinción. Esto significa que la mayor parte de los trabajos desarrollados en los hábitats naturales se ha enfocado a especies tipificadas como abundantes o estables (19.6 y 70.3%, respectivamente); atendiendo muy poco a especies en declinación o en peligro de extinción (10.1%).

La situación a nivel región sigue una tendencia similar a la observada en el país; es decir, los trabajos se han enfocado mayormente a especies descritas como abundantes o estables, descuidando aquéllas que debieran tener mayor prioridad. El número de especies en declinación estudiadas fue bastante bajo: cinco, uno y cinco para las regiones Centro, Centro-Sur y Sureste respectivamente, y más crítico aún fue el de especies en peligro de extinción: dos, uno y uno en las regiones Centro-Sur, Noreste y Sureste, respectivamente.



CUADRO 2.20

Familias botánicas y número de especies estudiadas por región en los hábitats naturales de México. Se incluye información sobre el estado de conservación de las especies

Familia	Número de Especies Estudiadas y Situación ¹																Total				
	Centro				Centro-Sur				Noroeste				Noreste					Sureste			
	A	E	D	P	A	E	D	P	A	E	D	P	A	E	D	P		A	E	D	P
<i>Acanthaceae</i>		1																			1
<i>Agavaceae</i>		1				1								4							6
<i>Amaranthaceae</i>		1																			1
<i>Amaryllidaceae</i>																			1		1
<i>Anacardiaceae</i>																			1		1
<i>Annonaceae</i>						4															4
<i>Arecaceae</i>																		3	1		4
<i>Asclepiadaceae</i>		1																			1
<i>Asteraceae</i>		6	1																		7
<i>Bignoniaceae</i>		1																			1
<i>Bombacaceae</i>						1															1
<i>Boraginaceae</i>		1																			1
<i>Bromeliaceae</i>		1				1															2
<i>Burseraceae</i>						1			1									2			4
<i>Cactaceae</i>		1				1			7	4								1			14
<i>Capparidaceae</i>		1																			1
<i>Combretaceae</i>																			1		1
<i>Convolvulaceae</i>		1																			1
<i>Cucurbitaceae</i>		1	1			1															3
<i>Cupresaceae</i>														1							1
<i>Cyperaceae</i>		1								1											2
<i>Ericaceae</i>										1											1
<i>Euphorbiaceae</i>		1							1												2
<i>Fabaceae</i>		2				1	2		2	5								3	1		16
<i>Fagaceae</i>		1								2				1							4
<i>Flacourtiaceae</i>		1																			1
<i>Fouquieriaceae</i>									1												1
<i>Hyneaceae</i>									1												1
<i>Lamiaceae</i>									1												1
<i>Liliaceae</i>				2					1												3
<i>Malpighiaceae</i>		1																			1
<i>Malvaceae</i>		1																			1
<i>Meliaceae</i>						2															2
<i>Mimosaceae</i>		1								1											2
<i>Moraceae</i>		1																			1
<i>Nyctaginaceae</i>		1																			1
<i>Orchidaceae</i>		1																			1
<i>Pinaceae</i>		1				1			1					5			1	2	3	1	16
<i>Poaceae</i>		2	1			5	1	1	1							1					12
<i>Polygonaceae</i>		1																1			2
<i>Rhizophoraceae</i>										1											1
<i>Rosaceae</i>									1												1
<i>Rubiaceae</i>		1				1															2
<i>Rutaceae</i>		1	1																		2
<i>Sapotaceae</i>						1												1			2
<i>Sargassaceae</i>									1												1

la Noroeste y Noreste se da mayor énfasis a las abundantes o estables (49 en la Noroeste y 11 en la Noreste) que a las amenazadas (15 en la Noroeste y 5 en la Noreste), mientras que en la Sureste fue notable la mayor cantidad de trabajos con especies que se encuentran con algún nivel de amenaza (47 especies) que las que no lo están (16 especies).

CUADRO 2.22

Familias botánicas y número de especies estudiadas por región en los sistemas agrícolas tradicionales de México. Se incluye información sobre el estado de conservación de las especies.

Familias	Número de Especies Estudiadas y Situación ¹																				Total					
	Centro					Centro-Sur					Noroeste					Noreste						Sureste				
	A	E	D	P	R	A	E	D	P	R	A	E	D	P	R	A	E	D	P	R		A	E	D	P	R
<i>Acanthaceae</i>																									1	1
<i>Aceraceae</i>														1												1
<i>Agavaceae</i>		1												5		1	1	1			1					13
<i>Amaranthaceae</i>																									1	1
<i>Anacardiaceae</i>														2									1	1		4
<i>Annonaceae</i>																									1	2
<i>Apocynaceae</i>																									1	1
<i>Araceae</i>																									1	1
<i>Arecaceae</i>		1	1											1											1	5
<i>Asteraceae</i>		1																							1	3
<i>Betulaceae</i>														1												1
<i>Bignoniaceae</i>														2		2									1	5
<i>Boraginaceae</i>																								1		1
<i>Bromeliaceae</i>																									1	1
<i>Burseraceae</i>																									1	1
<i>Cactaceae</i>		7	4	4										1	1									1	21	
<i>Caesalpinaceae</i>																									1	2
<i>Combretaceae</i>																									1	1
<i>Convolvulaceae</i>																									1	1
<i>Cucurbitaceae</i>			1																						2	4
<i>Cupresaceae</i>														3											1	4
<i>Cyclanthaceae</i>																									1	1
<i>Cyperaceae</i>																									1	1
<i>Chenopodiaceae</i>																									1	1
<i>Dioscoreaceae</i>		1																								1
<i>Equisetaceae</i>																									1	1
<i>Ericaceae</i>																									1	1
<i>Euphorbiaceae</i>																									1	1
<i>Fabaceae</i>		2																							1	23
<i>Fagaceae</i>																									3	4
<i>Garryaceae</i>																									1	1
<i>Juglandaceae</i>																									1	2
<i>Lamiaceae</i>		1																							1	2
<i>Lauraceae</i>																									1	1
<i>Liliaceae</i>																									1	1
<i>Loasaceae</i>																									1	1
<i>Malvaceae</i>																									1	1
<i>Meliaceae</i>																									1	7
<i>Moraceae</i>																									1	3
<i>Musaceae</i>																									1	1
<i>Myrtaceae</i>																									1	2
<i>Orchidaceae</i>		1																							3	5
<i>Passifloraceae</i>																									1	1
<i>Pedaliaceae</i>																									1	1
<i>Pinaceae</i>																									4	8

Región	Familia	Género	Especie	Estado ¹
Sureste	<i>Fabaceae</i>	<i>Phaseolus</i>	<i>lunatus, vulgaris</i>	En declinación
Centro-Sur	<i>Fabaceae</i>	<i>Prosopis</i>	<i>laevigata</i>	En declinación
Sureste	<i>Fabaceae</i>	<i>Vigna</i>	<i>Orellana</i>	En declinación
Sureste	<i>Meliaceae</i>	<i>Swetenia</i>	<i>macrophylla</i>	En declinación
Centro-Sur	<i>Poaceae</i>	<i>Cenchrus</i>	Spp	En declinación
Centro	<i>Poaceae</i>	<i>Tripsacum</i>	Spp	En declinación
Centro	<i>Poaceae</i>	<i>Zea</i>	<i>diploperennis</i>	En declinación
Centro	<i>Poaceae</i>	<i>Zea</i>	<i>mays Razas Celaya, Cónico norteño, Elotes occidentales, Tablilla, Tabloncillo, Tuxpeño</i>	En declinación
Sureste	<i>Poaceae</i>	<i>Zea</i>	<i>Mays</i>	En declinación
Sureste	<i>Zapotaceae</i>	<i>Manikara</i>	<i>Zapota</i>	En declinación
Noroeste	<i>Solanaceae</i>	<i>Capsicum</i>	<i>Annum</i>	En declinación
Noreste	<i>Solanaceae</i>	<i>Capsicum</i>	<i>Annum</i>	En declinación
Sureste	<i>Solanaceae</i>	<i>Capsicum</i>	<i>Annum, chinensis, spp</i>	En declinación
Noreste	<i>Verbenaceae</i>	<i>Limpia</i>	<i>berlandieri</i>	En declinación
Noroeste	<i>Agavaceae</i>	<i>Agave</i>	<i>polianthiflora</i>	En peligro de extinción
Noroeste	<i>Asteraceae</i>	<i>Tithonia</i>	<i>Thurberi</i>	En peligro de extinción
Noroeste	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Tabebuia</i>	<i>chrysantha, palmeri</i>	En peligro de extinción
Noroeste	<i>Cactaceae</i>	<i>Lophocereus</i>	<i>Schottii</i>	En peligro de extinción
Centro	<i>Cactaceae</i>	<i>Opuntia</i>	<i>atropes, fuliginosa, karwiskuiana, spp</i>	En peligro de extinción
Noroeste	<i>Meliaceae</i>	<i>Cederla</i>	<i>Odorata</i>	En peligro de extinción
Centro-Sur	<i>Orchidaceae</i>	<i>Oncidium</i>	<i>incuruum</i>	En peligro de extinción
Centro-Sur	<i>Orchidaceae</i>	<i>Stanhopea</i>	<i>oculata, tigrina</i>	En peligro de extinción
Noreste	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>culminicola</i>	En peligro de extinción
Centro-Sur	<i>Poaceae</i>	<i>Zea</i>	<i>mays Razas Comiteco</i>	En peligro de extinción
Noroeste	<i>Rubiaceae</i>	<i>Crusea</i>	<i>Hispida</i>	En peligro de extinción
Noroeste	<i>Zygophylaceae</i>	<i>Guaiacum</i>	<i>Coulteri</i>	En peligro de extinción
Noroeste	<i>Agavaceae</i>	<i>Agave</i>	<i>polianthiflora</i>	Raro
Noroeste	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Confusa</i>	Raro
Noroeste	<i>Caesalpinaceae</i>	<i>Haematoxilon</i>	<i>brasiletto</i>	Raro
Noroeste	<i>Fabaceae</i>	<i>Lysiloma</i>	<i>Watsonii</i>	Raro
Noroeste	<i>Fabaceae</i>	<i>Mimosa</i>	<i>quirocobensis</i>	Raro
Sureste	<i>Lauraceae</i>	<i>Persea</i>	<i>americana</i>	Raro
Sureste	<i>Moraceae</i>	<i>Brosimum</i>	<i>alicastrum</i>	Raro
Centro	<i>Musaceae</i>	<i>Musa</i>	<i>Ensete</i>	Raro
Sureste	<i>Myrtaceae</i>	<i>Pimienta</i>	<i>Dioica</i>	Raro
Centro	<i>Poaceae</i>	<i>Zea</i>	<i>mays Razas Elotes cónicos, Pepitilla, Ratón</i>	Raro
Centro	<i>Solanaceae</i>	<i>Physalis</i>	<i>longiloba, samtic</i>	Raro
Noroeste	<i>Verbenaceae</i>	<i>Vitex</i>	<i>Mollis</i>	Raro

¹ La información sobre el grado de amenaza de la(s) especie(s) bajo estudio fue proporcionada por el investigador. Por ello existe la posibilidad de que haya diferencias con respecto a los listados nacionales e internacionales de especies amenazadas. Para mayor información respecto a estos últimos, se sugiere consultar la página de CITES <http://www.cites.org/>

2.11 Documentación

En el contexto de la conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos, la documentación se realiza en dos momentos (Jaramillo y Baena, 2000): a) durante la colecta, registrando en las fichas de colecta los datos de pasaporte (número de orden de la ficha de colecta; género; especie, subespecie y/o variedad del material botánico; lugar, provincia y país de recolección de la muestra; nombre del recolector o recolectores y fecha de recolección) y de recolección (características del sitio y del ambiente donde se colectó la muestra), y b) durante la caracterización, evaluación y manejo del material colectado; en este caso, la documentación se entiende como la actividad de registrar, organizar y analizar datos de conservación, siendo fundamental para conocer el germoplasma y tomar decisiones sobre su manejo.



Aún cuando el concepto no es totalmente extrapolable a los trabajos de conservación *in situ*, hay ciertos elementos que deberían considerarse, como lo señalan Louette *et al.* (2000), quienes indican que en esta modalidad de conservación, particularmente en los sistemas agrícolas tradicionales, es conveniente mantener registros de la información que se ha captado con los participantes en el proceso (usualmente la población rural) ya sea a través de registros escritos (notas de campo, formatos predefinidos y transcripciones) y visuales (fotografías y videos). A ello habría que agregar la conveniencia de mantener registros, organizados y analizados de la información derivada de los trabajos estrictamente de investigación, como evaluaciones de campo, inventarios florísticos, diagnósticos, etc.

Al analizar la información se observó que en el cuestionario no se incluyeron preguntas específicas sobre el nivel de documentación de las especies bajo estudio. No obstante, asumiendo que uno de los productos finales del proceso de documentación es la generación de publicaciones, se efectuó un pequeño análisis de estas últimas. La información presentada en el Cuadro 2.24 indica que, de las 63 entidades que declararon conducir algún programa, unidad o proyecto sobre conservación *in situ* de recursos fitogenéticos, 63% ha generado algún tipo de producto académico sobre el tema en los últimos diez años. En ese período, se produjo un total de 155 publicaciones, de las cuales el mayor porcentaje correspondió a artículos (45%); resúmenes en memorias de congresos (17%); tesis (16%) y libros (14%). A nivel regional, el mayor número de publicaciones correspondió a la Región Centro, aunque ello puede atribuirse en parte a que se reportó la productividad para un período de tiempo mayor al de las demás regiones. En general, se notó la tendencia a generar más artículos que otro tipo de publicaciones. En este sentido, quizá sería recomendable atender otro tipo de documentos, particularmente folletos, trípticos o resúmenes ejecutivos de informes que pudieran regresarse a las áreas de trabajo, especialmente en el caso de proyectos desarrollados en áreas con sistemas agrícolas tradicionales, para conocimiento y uso por los habitantes de las mismas.

CUADRO 2.24

Número y tipo de publicaciones derivadas de los proyectos de conservación *in situ* conducidos en los últimos diez años en México

Región	Instituciones con publicaciones	Período (Años)	Tipo de Publicación							Total
			A	L	M	F	T	I	Mem	
Centro	12	1995-2005	35	6	3	0	8	0	18	70
Centro-Sur	9	1998-2006	7	8	0	1	6	0	4	26
Noroeste	5	1991-2005	9	4	0	0	0	1	0	14
Noreste	5	2000-2005	9	0	1	0	3	0	1	14
Sureste	9	2000-2005	10	4	2	2	8	2	3	31
Total	40		70	22	6	3	25	3	26	155

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

2.12 Conclusiones

- a) Aunque existe una buena cantidad de investigadores e instituciones trabajando la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos, su número es aún modesto comparado con la riqueza vegetal del país.
- b) En general, la conservación *in situ* en hábitats naturales ha recibido menor atención que aquella en sistemas agrícolas tradicionales.
- c) Con respecto a la conservación *in situ* en hábitats naturales, aun cuando la mayoría de los estudios se han desarrollado en áreas naturales protegidas, la cobertura que de éstas se ha tenido es todavía muy pequeña (menos de 12%). Por otra parte, son pocas las investigaciones sobre conservación, rescate, recuperación o protección de especies, o las relacionadas con la elaboración de inventarios florísticos, estudios biológicos o de ecología, y menos aún las de genética y de usos potenciales de las especies vegetales.
- d) Los trabajos relacionados con el fitomejoramiento, el rescate y la protección de especies vegetales. en los sistemas agrícolas tradicionales, es mínimo.

- e) Aun cuando la información obtenida no es del todo exacta, es muy probable que las investigaciones de conservación *in situ* se hayan enfocado mayormente a especies clasificadas como estables, atendiendo muy poco aquéllas que se encuentran en declinación o en peligro de extinción. Esta tendencia fue más evidente en los trabajos desarrollados en los hábitats naturales.
- f) En total, considerando las dos modalidades (hábitats naturales y sistemas agrícolas tradicionales), se estudian 73 familias.
- g) En los hábitats naturales, se estudia un total de 52 familias botánicas; considerando las 37 para las que existe información, se identificaron 65 géneros y 100 especies bajo investigación. En el caso de los sistemas agrícolas tradicionales, se trabaja en 62 familias; tomando en cuenta las 46 para las que se tuvo información detallada, se concluye que hay estudios en 95 géneros y 150 especies. De las 52 y 62 familias estudiadas respectivamente en los hábitats naturales y sistemas agrícolas tradicionales, 11 y 19 correspondieron a especies alimenticias. En ambos casos, se identificaron trabajos con especies de uso distinto al alimenticio (forrajeras, medicinales, bioinsecticidas, combustibles y maderables entre otros).
- h) La cobertura de especies que se conservan bajo esta modalidad, es mínima (aproximadamente de 3.5%) en relación con las especies reportadas en uso para México.

2.13 Recomendaciones

- a) Es necesario fortalecer las actividades de conservación *in situ* tanto en los hábitats naturales como en los sistemas agrícolas tradicionales. Para ello se requerirá no solamente de la participación de las diversas instituciones de investigación y educación del país, sino de las dependencias del sector agrícola y del medio ambiente, así como de otras que proveen financiamiento para el desarrollo de proyectos de investigación. Otro elemento importante lo será el trabajo desarrollado por las comunidades rurales.
- b) Es evidente la necesidad de diversificar los trabajos de conservación *in situ* para atender familias, géneros o especies poco estudiados, que tienen usos distintos a los alimenticios o que se encuentran bajo algún peligro de extinción. No obstante, ello deberá hacerse sin menoscabo de los estudios de especies ubicadas en otras categorías.
- c) Tanto en las especies que ya están siendo estudiadas, como en las que se incorporen a futuro, será conveniente identificar los temas de investigación poco atendidos, a fin de darles un mayor énfasis.
- d) Con propósitos de planeación, sería bastante útil el realizar visitas de reconocimiento a los sitios donde se estén conservando especies *in situ*, a fin de conocer de primera mano el estado en el que se encuentran.
- e) Por último, un elemento importante a retomar en los trabajos de conservación *in situ* debe ser la componente humana, pues es el hombre quien da significación a los recursos fitogenéticos. En este sentido, deberán reforzarse las actividades tendientes a rescatar, sistematizar y difundir el conocimiento tradicional, incluyendo aspectos clave como el manejo, conservación y aprovechamiento del recurso.

Literatura consultada

Almekinders C. 1998. "Por qué fitomejoramiento participativo" In: H. Cárdenas y C. Almekinders. (Comps.) Memoria del Seminario sobre Fitomejoramiento Participativo. Experiencias y Oportunidades en Mesoamérica. San José, Costa Rica, 16-17 marzo de 1998. IDEAS. San José, Costa Rica. pp: 3-12

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Documento electrónico disponible en www.conabio.gob.mx (consultado en marzo 2006).

- Bellon, M. R. 2001. Participatory research methods for technology evaluation: a manual for scientists working with farmers. CIMMYT. México, D. F. 94 p.
- Bentley, J. W. 1994. Facts, fantasies and failures of farmer participatory research. *Agriculture and Human Values* 11:140-150.
- Biggs, S. 1989. Resource-poor farmer participation in research: A synthesis of experiences from nine national agricultural research systems. OFCOR Comparative Study Paper No. 3. The Hague Netherlands: International Service for National Agricultural Research (ISNAR).
- Brush, S. B. 1996. Farmer participation and *in situ* conservation: learning from farming systems research. In: F. Zavala G.; F. Rincón S.; P. Ramírez V.; F. Castillo G.; J. Sahagún C. y J. A. Cuevas S. Memorias del Simposium de Recursos Genéticos para el Mejoramiento de los Cultivos. 6-11 Octubre de 1996. Montecillo, México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. 190 p.
- Collins W. W. and Hawtin G. C. 1999. Conserving and using crop plant biodiversity in agroecosystems. In: Collins W. W. and Qualset C. O. (Eds.) *Biodiversity in agroecosystems*. CRC Press. USA. pp: 267-282.
- CONABIO. 2000. Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 103 p.
- Convenio de Diversidad Biológica. <http://www.prodiversitas.bioetica.org/doc1.htm> (consultado en marzo 2006).
- Dirección de Evaluación y Seguimiento de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2005. ¿Qué son las áreas naturales protegidas?. Página electrónica en www.conanp.gob.mx (consultada en marzo 2006).
- Eyzaguirre, P., and Iwanaga. M. 1996. Farmer's contribution to maintaining genetic diversity in crops, and its role within the total genetic resources system. In: P Eyzaguirre, M Iwanaga (eds). *Proceedings of a Workshop on Participatory Plant Breeding*. Wageningen, The Netherlands. 26-29 July, 1995. IPGRI, Rome, Italy. pp: 9-18.
- FAO. 1996. Plan de acción mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y la Declaración de Leipzig. Documento electrónico.
- Gómez-Pompa A. y Dirzo R., con la colaboración de A. Kaus, C. R. Noguero Ch. y Ma. de J. Ordóñez. 1995. Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México. Instituto Nacional de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 310 p.
- González, L. N. y Smith, L. D. 1998. Biodiversidad. In: CONABIO. *La diversidad biológica de México: Estudio de país*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp: 62-102.
- Jaramillo, S. y M. Baena. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. 122 p. (Publicación electrónica del IPGRI).
- Jarvis, D.I., Myer, L., Klemick, H., Guarino, L., Smale, M., Brown, A.H.D., Sadiki, M., Sthapit B., and Hodgkin T. 2000. *A Training Guide for In Situ Conservation On-farm*. Version 1. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 161 p.
- Louette, D. 1998. Fitomejoramiento participativo y manejo tradicional de la semilla. In: H. Cárdenas y C. Almekinders. (Comps.) *Memoria del Seminario sobre Fitomejoramiento Participativo. Experiencias y oportunidades en Mesoamérica*. San José, Costa Rica, 16-17 marzo de 1998. IDEAS. San José, Costa Rica. pp: 65-68.
- Louette, D., Mathur, P., Quek, P., and Thormann I. 2000. Sampling, structuring, documenting and presenting information for action plans. In: D.I. Jarvis, L. Myer, H. Klemick, L. Guarino, M. Smale, A.H.D. Brown, M. Sadiki, B. Sthapit, and T. Hodgkin. *A Training Guide for In Situ Conservation On-farm*. Version 1. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. pp: 133-146.



Mittermeier, R. y Goettsch, C. M. 1997. Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del mundo. CEMEX, México.

Ortega P, R., Martínez A., M. A. y Sánchez G., J. de J. 2000. Recursos fitogenéticos autóctonos. In: P. Ramírez V., R. Ortega P., A. López H., F. Castillo G., M. Livera M., F. Rincón S. y F. Zavala G. (eds.) Recursos Fitogenéticos de México Para la Alimentación y la Agricultura. Informe Nacional. SNICS y SOMEFI, A. C. Chapingo, México. pp. 27-50.

Reid, W.V., S. Laird, C. Meyer, R. Gámez, A. Sittenfeld, D. Janzen, M. Gollin, and C. Juma. 1993. Biodiversity Prospecting: Using Resources for Sustainable Development. World Resources Institute, Washington, DC.

Sthapit B., Joshi K., Gyawali S., Subedi A., Shrestha K., Chaudhary P., Rana R., Rijal D., Upadhaya M., and Jarvis D. 2002. Participatory plant breeding: setting breeding goals and choosing parents for on-farm conservation. In: M. R. Bellon and J. Reeves (eds.). Quantitative Analysis of Data From Participatory Methods in Plant Breeding. CIMMYT. México, D. F. pp: 104-112.



CUADRO A.2.1

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

Región	Campos Experimentales (C.E.) del INIFAP	Centros de Educación Superior	Otros
Centro	Pabellón, Ags.	Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Irapuato	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Reserva de la biosfera "Sierra Gorda"
	El Bajío	Universidad de Colima (Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario)	Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Querétaro
	Norte de Guanajuato	Universidad de Guadalajara (Centro Universitario Costa Sur)	
	Pacífico-Central (Jal.)	Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias)	
		Universidad de Guanajuato	
Centro-Sur	Iguala, Gro.	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Consejo Estatal de Ecología de Hidalgo
	Hidalgo	Colegio de Postgraduados (Campus Montecillo)	Grupo de Estudios Ambientales, A. C.
	San Martinito	Colegio de Postgraduados (Campus Veracruz)	Servicios para el Desarrollo, A. C.
	El Palomar	Colegio Superior de Agricultura del Estado de Guerrero	
		Instituto Tecnológico Agropecuario Núm. 6	
		Instituto Tecnológico de Comitancillo	
		Universidad Autónoma Chapingo	
		Universidad Autónoma del Estado de México	
		Universidad Nacional Autónoma de México	
		Universidad Nacional Autónoma de México (Iztacala)	
	Universidad Veracruzana (Unidad Xalapa)		
Noroeste		Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) Oficina Regional del Área de Protección de Flora y Fauna "Islas del Golfo de California"
		Universidad Autónoma de Baja California (Campus Ensenada)	CONANP Área de Protección de Flora y Fauna "Cabo San Lucas y Parque Nacional Cabo Pulmo"
		Universidad Autónoma de Baja California Sur	CONANP Área de Protección de Flora y Fauna "Sierra de Álamos Río Cuchujaqui"
		Universidad de la Sierra (Sonora)	CONANP Reserva de la Biosfera "Sierra La Laguna"
			CONANP Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre "Sierra de los Ajos-Bavispe"
Noreste	Laguna	Instituto Politécnico Nacional (Unidad Reynosa)	
	Sur de Tamaulipas	Universidad Autónoma de Chihuahua	
		Universidad Autónoma de Nuevo León	
		Universidad Autónoma de Tamaulipas	
		Universidad Autónoma de Zacatecas	

Región	Campos Experimentales (C.E.) del INIFAP	Centros de Educación Superior	Otros
Sureste	Uxmal	Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Unidad Mérida)	CONANP Campeche
		El Colegio de la Frontera Sur	CONANP Quintana Roo
		Instituto Tecnológico Agropecuario Núm. 2	SEMARNAT Tabasco
		Instituto Tecnológico de Chiná	Unidad de Manejo Ambiental Xel-ha
		Universidad Autónoma Chapingo (Centro Regional Universitario de la Península de Yucatán)	
		Universidad Autónoma Chapingo (Centro Regional Universitario del Sureste)	
		Universidad Autónoma de Chiapas (Facultad de Ciencias Agronómicas)	
		Universidad Autónoma de Yucatán (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia)	
	Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán		

CUADRO A.2.2

Listado de proyectos, programas o unidades de conservación *in situ*

Región	Total	Proyectos ¹
Centro	19	<p>En hábitat natural:</p> <ol style="list-style-type: none"> Conservación de especies vasculares y especies raras Conservación de germoplasma criollo y nativo de maíces <u>Inventarios florísticos y estudios estructurales y de diversidad de plantas en la Sierra de Manantlán</u> <u>Recuperación del chilcuague (Heliopsis longipes), conservación de las fuentes silvestres, incorporación a la agricultura para su aprovechamiento y comercialización</u> Parque Nacional Queretano "El Cimatario" Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Estudio de la biología del orégano (<i>Lippia graveolens</i>) en poblaciones con manejo y sin manejo³ Las orquídeas de Jalisco <p>En sistemas agrícolas tradicionales:</p> <ol style="list-style-type: none"> Biodiversidad vegetal Conservación de chíca <u>Conservación <i>in situ</i> de la diversidad biológica del maíz en Guanajuato</u> Diagnóstico de la situación actual del nopal de verdura: Caso Cooperativa Pronopal, Salamanca, Gto Ecología demográfica y manejo de plantas: <i>Zea diploperennis</i> en la estación científica de las Joyas Ecosistemas desérticos Manejo y conservación de recursos-Proyecto Impacto del nopal silvestre <i>Opuntia fuliginosa</i> en suelos de ladera en Autlán Jalisco Manejo y conservación del Zacate Navajita <u>Producción artesanal de semilla de maíz para autoconsumo</u> Recursos genéticos de México: Manejo <i>in situ</i> y bioseguridad Semillas de plátano con hueso
Centro-Sur	28	<p>En hábitat natural:</p> <ol style="list-style-type: none"> <u>Cedro rosado</u> Colecta Dalea Lutea Dinámica poblacional y extracción selectiva de <i>Bursera glabrifolia</i> en Oaxaca Ecología, dinámica metapoblacional y estructura genética de <i>Tillandsia recurvata</i> en Tehuacán Puebla Ecología, conservación y manejo de <i>Abies religiosa</i> y <i>A. hickelli</i> para la producción de árboles de navidad <u>Explotación de Lupinus silvestres en la parte alta del Valle de México</u> <u>Frutas Tropicales</u> Recursos vegetales del Valle de Tehuacan-Cuicatlán Parque Ecológico Cubitos <p>En sistemas agrícolas tradicionales:</p> <ol style="list-style-type: none"> Banco de germoplasma de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en Comitancillo, Oaxaca Banco de germoplasma Gilberto Palacio de la Rosa Capulín <u>Colecta y caracterización de maíz criollo (<i>Zea mays L.</i>) en la Huasteca Hidalguense</u> Conservación de orquídeas Conservación <i>in situ</i> y manejo campesino de magueyes Conservación y aprovechamiento de germoplasma de <i>Beaucornea recurvata</i> (<i>Agavaceae</i>) como especie ornamental <u>Establecimiento y manejo de plantaciones de neem y rama tinaja para la producción de bio-insecticidas en la Sierra Norte de Puebla</u> Hule y Palma Camedor Investigación, validación y transferencia de tecnología en maíz en el estado de Hidalgo IT- Comitancillo, Oaxaca Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano <u>Manejo integrado del cultivo de la calabaza pipiana</u> Mejoramiento genético de ajonjolí Recuperación de la identidad genética de la raza jala de maíz Reforestación de maguey <u>Salvamento de maíz y registro de variedades exóticas</u> <u>Selección bajo temporal</u> <u>Validación, premejoramiento y conversión a maíces de calidad de proteína de criollos para la montaña de Guerrero</u>

Región	Total	Proyectos ¹
Noroeste	16	<p>En hábitat natural:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Biodiversidad de especies endémicas de B.C.S.: Cactáceas</u> 2. <u>Caracterización espacial del chiltepin silvestre como recurso fitogenético de Baja California Sur</u> 3. <u>Especies endémicas NOM y relevantes ecológicas: la flora y su manejo en la Sierra La Giganta</u> 4. <u>Estudio del potencial agroquímico, biomédico y biológico de las plantas medicinales de zonas áridas y de organismos del mar de Cortés</u> 5. <u>Estudio integral del ecosistema manglar en B.C.S. Vegetación, productividad primaria y textura de sedimentos</u> 6. <u>Programa de rescate de Ferocactus en Tijuana, B.C.</u> 7. <u>Protección de flora y fauna de Islas del Golfo de California</u> 8. <u>Reforestación del desierto con bacterias promotoras de crecimiento vegetal</u> 9. <u>Área Natural Protegida "Bahía de Loreto"</u> 10. <u>Islas del Golfo de California</u> 11. <u>Parque Nacional "Cabo Pulmo"</u> 12. <u>Reserva de la biosfera "Sierra La Laguna"</u> 13. <u>Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre "Sierra Ajos-Bavispe"</u> 14. <u>Zona de Reserva Ecológica e Investigación "El Comitán"</u> <p>En sistemas agrícolas tradicionales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Aprovechamiento sustentable de Agave</u> 2. <u>Protección de flora y fauna en la Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui</u>
Noreste	8	<p>En hábitat natural:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Banco de germoplasma de Chile 2. Labranza de conservación de suelo <p>En sistemas agrícolas tradicionales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Agaves mezcaleros de Tamaulipas</u> 2. <u>Conservación de Chile silvestre en el noreste de México</u> 3. <u>Eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado en el cultivo del nogal pecanero</u> 4. <u>Especies forestales no maderables</u> 5. <u>Manejo integrado del cultivo de vid en Zacatecas</u> 6. <u>Producción de planta forestal regional bosque escuela</u>
Sureste	18	<p>En hábitat natural:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Genética de poblaciones de pinos caribeños</u> 2. <u>Reserva de la Biosfera "Sian Kaan"</u> 3. <u>Reserva de la Biosfera "Laguna de Términos"</u> 4. <u>Xel-ha</u> <p>En sistemas agrícolas tradicionales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Caracterización y evaluación preliminar de variedades regionales de aguacate (Persea americana Mill.) en Yucatán</u> 2. <u>Conservación <i>in situ</i> de la biodiversidad de los cultivos de la milpa en sistemas agrícolas tradicionales</u> 3. <u>Conservación <i>in situ</i> de los cultivos de la milpa y mejoramiento participativo de maíz</u> 4. <u>Diagnóstico del plan de manejo del monumento natural del cerro y grutas del Coconá y del parque estatal Agua Blanca</u> 5. <u>Establecimiento de módulos silvopastoriles en áreas degradadas</u> 6. <u>Establecimiento de praderas silvopastoriles</u> 7. <u>Estudio de la variabilidad de la ciruela tropical (Spondia purpurea)</u> 8. <u>Mejoramiento genético para la calidad nutritiva industrial del maíz</u> 9. <u>Siembra de variedades nativas en Chiapas</u> 10. <u>Solares y parcelas escolares</u> 11. <u>Timpinchile en la Frailesca y propagación de pimienta en Copailaná de Chiapas</u> 12. <u>Uso intensivo de suelos tzekl con cultivos alternativos</u> 13. <u>Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera "Pantanos de Centla"</u> 14. <u>Región de impacto- Reserva de la Biosfera "Los Petenes"</u>

¹ La ubicación de los proyectos en la categoría de hábitat natural o en la de sistema agrícola tradicional se hizo tomando en cuenta la información reportada en la base de datos. Solamente en aquellos casos donde un proyecto apareció reportado en ambas categorías, se ubicó donde se consideró más adecuado.

² Los títulos de proyecto subrayados denotan proyectos que en la base de datos aparecieron como conducidos tanto en hábitats naturales como en sistemas agrícolas tradicionales.

³ Los títulos de proyecto en cursivas son proyectos para los que solo se reportó el título y que no tuvieron información adicional en la base de datos.



CUADRO A.2.3

Listado de proyectos, programas o unidades presentes en los hábitats naturales y para los cuales se declaró explícitamente estarse conduciendo en algún área natural protegida

Región	Proyecto ^{1,2,3}	Área Natural Protegida				
		RB	PN	MN	AFP	Otro
Centro	1. Conservación de germoplasma criollo y nativo de maíces (HN)	X				
	2. Ecología demográfica y manejo de plantas: <i>Zea diploperennis</i> en la estación científica de las Joyas (SAT)	X				
	3. <i>Estudio de la biología del orégano (Lippia graveolens) en poblaciones con manejo y sin manejo (HN)</i>				X	X
	4. <i>Inventarios florísticos y estudios estructurales y de diversidad de plantas en la Sierra de Manantlán (HN/SAT)</i>	X				
	5. Manejo y conservación del Zacate Navajita (SAT)				X	
	6. Parque Nacional Queretano "El Cimatario" (HN)		X			
	7. <i>Recuperación del chilcuague (Heliopsis longipes), conservación de las fuentes silvestres, incorporación a la agricultura para su aprovechamiento y comercialización (HN/SAT)</i>	X	X		X	
	8. Recursos genéticos de México: Manejo <i>in situ</i> y bioseguridad (SAT)	X				
	9. Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (HN)	X				
	10. Semillas de plátano con hueso (SAT)	X	X			
Centro-Sur	1. Colecta Dalea Lutea (HN)				X	
	2. Conservación y aprovechamiento de germoplasma de <i>Beauvernea recurvata</i> (Agavaceae) como especie ornamental (SAT)				X	
	3. Ecología, dinámica metapoblacional y estructura genética de <i>Tillandsia recurvata</i> en Tehuacán Puebla (HN)	X				
	4. Ecología, conservación y manejo de <i>Abies religiosa</i> y <i>A. hickelli</i> para la producción de árboles de navidad		X			
	5. Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano (SAT)	X				
	6. <i>Manejo integrado del cultivo de la calabaza pipiana (HN/SAT)</i>	X				
	7. <i>Parque Ecológico Cubitos (HN)</i>	X	X		X	
	8. Recursos vegetales del Valle de Tehuacan-Cuicatlán	X				
	9. <i>Salvamento de maíz y registro de variedades exóticas (HN/SAT)</i>	X	X			
	10. <i>Validación, premejoramiento y conversión a maíces de calidad de proteína de criollos para la montaña de Guerrero (HN/SAT)</i>				X	
Noroeste	1. Área Natural Protegida "Bahía de Loreto" (HN)				X	
	2. Biodiversidad de especies endémicas de B.C.S.: Cactáceas (HN/SAT)	X	X		X	
	3. <i>Caracterización espacial del chiltepín silvestre como recurso fitogenético de Baja California Sur (HN/SAT)</i>	X	X		X	
	4. <i>Estudio del potencial agroquímico, biomédico y biológico de las plantas medicinales de zonas áridas y de organismos del mar de Cortés (HN/SAT)</i>	X			X	
	5. Estudio integral del ecosistema manglar en B.C.S. Vegetación, productividad primaria y textura de sedimentos 2 (HN)	X	X		X	
	6. Islas del Golfo de California (HN)		X			
	7. Parque Nacional "Cabo Pulmo" (HN)		X		X	
	8. <i>Protección de flora y fauna de Islas del Golfo de California (HN)</i>				X	
	9. Protección de flora y fauna en la Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui (SAT)	X			X	
	10. <i>Reforestación del desierto con bacterias promotoras de crecimiento vegetal (HN/SAT)</i>	X	X		X	
	11. <i>Reserva de la biosfera "Sierra La Laguna" (HN/SAT)</i>	X				
	12. <i>Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre "Sierra Ajos-Bavispe" (HN)</i>				X	
	13. Zona de Reserva Ecológica e Investigación "El Comitán" (HN)	X	X		X	

Región	Proyecto ^{1,2,3}	Área Natural Protegida				
		RB	PN	MN	AFP	Otro
Noreste	1. <i>Agaves mezcaleros de Tamaulipas (HN/SAT)</i>				X	
	2. Banco de germoplasma de Chile (HN)	X			X	
	3. Conservación de Chile silvestre en el noreste de México (SAT)	X			X	
	4. Especies forestales no maderables (SAT)				X	
	5. Labranza de conservación de suelo (HN)				X	
	6. <i>Producción de planta forestal regional bosque escuela (HN/SAT)</i>				X	
Sureste	1. Diagnóstico del plan de manejo del monumento natural del cerro y grutas del Coconá y del parque estatal Agua Blanca			X		
	2. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera "Pantanos de Centla" (SAT)	X				
	3. Región de impacto-Reserva de la Biosfera "Los Petenes" ⁴	X				
	4. <i>Reserva de la Biosfera "Laguna de Términos" (HN/SAT)</i>	X				
	5. Reserva de la Biosfera "Sian Kaan" (HN)	X				

¹ HN = Hábitat Natural; SAT = Sistema Agrícola Tradicional.

² Los títulos de proyecto subrayados denotan proyectos que en la base de datos aparecieron como conducidos tanto en hábitats naturales como en sistemas agrícolas tradicionales.

³ Los títulos de proyecto en cursivas son proyectos para los que solo se reportó el título y que no tuvieron información adicional en la base de datos.

⁴ Los dos proyectos en negritas de la región Sureste no contaban con la información del tipo de Área Natural Protegida en la cual se están desarrollando; no obstante lo anterior, ello se puede deducir del título, por lo que el autor del capítulo agregó estos datos.

CUADRO A.2.4

Listado de proyectos, programas o unidades presentes en los hábitats naturales y para los cuales hubo respuesta precisa sobre si desarrollaban o no mejoramiento con agricultores

Región	Proyectos ^{1,2,3}
Centro	<p>En hábitat natural:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Las orquídeas de Jalisco</i> <p>En sistemas agrícolas tradicionales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diagnóstico de la situación actual del nopal de verdura: Caso Cooperativa Pronopal, Salamanca, Gto (SI)⁴ 2. Ecología demográfica y manejo de plantas: <i>Zea diploperennis</i> en la estación científica de las Joyas 3. Ecosistemas desérticos 4. Manejo y conservación del Zacate Navajita 5. <i>Producción artesanal de semilla de maíz para autoconsumo (SI)</i> 6. Recursos genéticos de México: Manejo <i>in situ</i> y bioseguridad 7. Semillas de plátano con hueso
Centro-Sur	<p>En hábitat natural:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Cedro rosado</i> 2. Dinámica poblacional y extracción selectiva de <i>Bursera glabrifolia</i> en Oaxaca 3. Ecología, conservación y manejo de <i>Abies religiosa</i> y <i>A. hickelli</i> para la producción de árboles de Navidad (SI) 4. <i>Frutas Tropicales</i> 5. <i>Parque Ecológico Cubitos</i> <p>En sistemas agrícolas tradicionales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Banco de germoplasma de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en Comitancillo, Oaxaca 2. Capulín 3. <i>Colecta y caracterización de maíz criollo (Zea mays L.) en la Huasteca Hidalguense (SI)</i> 4. Conservación de orquídeas (SI) 5. Conservación <i>in situ</i> y manejo campesino de magueyes (SI) 6. Conservación y aprovechamiento de germoplasma de <i>Beauveria recurvata (Agavaceae)</i> como especie ornamental 7. <i>Establecimiento y manejo de plantaciones de neem y rama tinaja para la producción de bio-insecticidas en la Sierra Norte de Puebla</i> 8. Hule y Palma Camedor 9. <i>Investigación, validación y transferencia de tecnología en maíz en el estado de Hidalgo</i> 10. Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano (SI) 11. <i>Manejo integrado del cultivo de la calabaza pipiana (SI)</i> 12. Mejoramiento genético de ajonjolí 13. <i>Salvamento de maíz y registro de variedades exóticas (SI)</i> 14. <i>Selección bajo temporal (SI)</i> 15. <i>Validación, premejoramiento y conversión a maíces de calidad de proteína de criollos para la montaña de Guerrero (SI)</i>



Región	Proyectos ^{1 2 3}
Noroeste	<p>En hábitat natural:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Biodiversidad de especies endémicas de B.C.S.: Cactáceas 2. <u>Caracterización espacial del chiltepin silvestre como recurso fitogenético de Baja California Sur (SI)</u> 3. <u>Estudio del potencial agroquímico, biomédico y biológico de las plantas medicinales de zonas áridas y de organismos del mar de Cortés (SI)</u> 4. <i>Protección de flora y fauna de Islas del Golfo de California</i> 5. <u>Reforestación del desierto con bacterias promotoras de crecimiento vegetal</u> 6. Área Natural Protegida "Bahía de Loreto" 7. Parque Nacional "Cabo Pulmo" 8. <u>Reserva de la biosfera "Sierra La Laguna" (SI)</u> 9. <u>Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre "Sierra Ajos-Bavispe"</u> 10. Zona de Reserva Ecológica e Investigación "El Comitán" <p>En sistemas agrícolas tradicionales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Aprovechamiento sustentable de Agave (SI)</i> 2. Protección de flora y fauna en la Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui
Noreste	<p>En hábitat natural:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Banco de germoplasma de chile (SI) 2. Labranza de conservación de suelo (SI) <p>En sistemas agrícolas tradicionales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Agaves mezcateros de Tamaulipas (SI)</u> 2. Conservación de chile silvestre en el noreste de México 3. Eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado en el cultivo del nogal pecanero 4. Especies forestales no maderables (SI) 5. <u>Producción de planta forestal regional bosque escuela</u>
Sureste	<p>En hábitat natural:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Genética de poblaciones de pinos caribeños 2. Reserva de la Biosfera "Sian Kaan" 3. <i>Xel-Ha</i> <p>En sistemas agrícolas tradicionales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conservación <i>in situ</i> de la biodiversidad de los cultivos de la milpa en sistemas agrícolas tradicionales (SI) 2. Establecimiento de módulos silvopastoriles en áreas degradadas 3. Establecimiento de praderas silvopastoriles 4. Estudio de la variabilidad de la ciruela tropical (<i>Spondia purpurea</i>) 5. Mejoramiento genético para la calidad nutritiva industrial del maíz (SI) 6. Siembra de variedades nativas en Chiapas (SI) 7. Solares y parcelas escolares 8. Uso intensivo de suelos tzekl con cultivos alternativos 9. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera "Pantanos de Centla"

¹ La ubicación de los proyectos en la categoría de hábitat natural o en la de sistema agrícola tradicional se hizo con base en la información reportada en la base de datos. Solamente en aquellos casos donde un proyecto aparecía reportado en ambas categorías, se ubicó donde se consideró más adecuado.

² Los títulos de proyecto subrayados denotan proyectos que en la base de datos aparecieron como conducidos tanto en hábitats naturales como en sistemas agrícolas tradicionales.

³ Los títulos de proyecto en cursivas son proyectos para los que solo se reportó el título y que no tuvieron información adicional en la base de datos.

⁴ SI = Proyectos en los cuales se respondió afirmativamente a la pregunta de si desarrollaban mejoramiento participativo.

CONSERVACIÓN *EX SITU*



Leobigildo Córdova Téllez¹ y Juan C. Molina Moreno²

¹Profesor Investigador Adjunto
Orientación en Semillas
Colegio de Postgraduados

²Investigador Titular
Orientación en Semillas
Colegio de Postgraduados

3.1 Resumen

Es indiscutible la gran cantidad de trabajo relacionado con el manejo de germoplasma vegetal en las diferentes modalidades de la conservación *ex situ*, en la que se resguardan 276 945 accesiones a nivel nacional. En la modalidad de conservación de semillas se cuenta con 22 cuartos fríos con una capacidad total 2 354 m³, de los que 1 273 m³ (54%) se utilizan para el resguardo de 54 945 accesiones, no obstante, de acuerdo con las características de temperatura y humedad relativa, para conservación de germoplasma a largo plazo; sólo tres cuartos estarían en posibilidades de ser utilizados para ese fin. Otro tanto (52 268 accesiones) son resguardadas por los investigadores en almacenes sin condiciones controladas y 69 931 en la modalidad de colecciones de trabajo, también en bodegas o almacenes sin condiciones adecuadas. Esto significa que muchas de estas accesiones pueden perderse con facilidad, pues incluso su conservación a corto plazo sería discutible; no obstante, si los investigadores decidieran resguardar una réplica en los cuartos fríos existentes, la capacidad de éstos resultaría insuficiente. Las colecciones de campo suman un total de 60 847 accesiones (ejemplares), la mayoría resguardadas en arboretums y huertos de frutales; nótese que ese número supera incluso a las resguardadas en los cuartos fríos. En condiciones *in vitro* se resguardan 19 769 accesiones, pero la mayoría de los géneros no están directamente relacionados con la alimentación humana. En Jardines botánicos se resguardan 19 185 accesiones (ejemplares), cuyos géneros también están poco relacionados con la alimentación humana. El total de accesiones a nivel nacional (276 945), representan a una gran diversidad de géneros, que en algunas modalidades de conservación asciende a más de 300. Sin embargo, 112 979 accesiones se concentran en 15 géneros que representan cultivos nativos y de importancia agrícola en México y el mundo, entre estos destacan los géneros *Zea*, *Phaseolus* y *Agave* con la mayor cantidad 53 700 (47%), 18 788 (17%) y 25 826 (23%), respectivamente. Para el resto de los géneros el número de accesiones es muy bajo (inferior a 500) y en algunos inferior a la decena; entre los que se pueden señalar *Ipomoea*, *Vanilla*, *Psidium* y *Anana*. En general, alrededor de 50% del germoplasma nacional conservado de forma *ex situ* ha sido caracterizado, pero la información obtenida no permite indicar el tipo o nivel de caracterización. En todas las modalidades de conservación se cuenta con documentación del germoplasma ya sea en libros, en forma electrónica o en ambos. Los programas de cómputo utilizados son Access, Excel, Word, Biótica, etc., con capacidad suficiente para generar una base de datos, pero se requiere de un sistema para organizar los datos a nivel nacional. En general, se puede concluir que existe una gran cantidad de trabajo y se resguarda un número muy grande de accesiones *ex situ*, pero se requiere de un ordenamiento de todo este esfuerzo a nivel nacional, para lo cual, la consolidación del sistema nacional de recursos fitogenéticos y la elaboración y puesta en marcha de un plan nacional en la materia resulta improrrogable.

3.2 Introducción

La conservación *ex situ* involucra la remoción del material vegetal reproductivo de su medio natural para mantenerlo en bancos de semilla o tejidos o en plantaciones (Collins y Hawtin, 1999). A nivel mundial ha sido la estrategia de conservación más utilizada de la diversidad genética. Este tipo de conservación tiene sus inicios después de que las leyes de Mendel fueron usadas para generar poblaciones, con ello y de manera paradójica se inició el proceso de erosión genética. Fue así que los científicos iniciaron la colecta de una gran diversidad de germoplasma vegetal, con la finalidad de almacenarlo. Entre 1920 y 1960 se construyeron varios Bancos de Germoplasma, entre los que destacan: The All-Union Institute for Plant Industry, Russia (1920); The Commonwealth Potato Collection at Cambridge, UK; The Collection for Research Program of the Rockefeller Foundation in USA (1943); y The National Seed Storage Laboratory at Fort Collins, Colorado, USA (1958), (Scarascia-Mugnozza y Perrino, 2000).

En México, a pesar de que la conservación *ex situ* se inició por algunas instituciones en la década de los 50s, se carece de un plan nacional de desarrollo para la recolección, conservación y utilización de los recursos fitogenéticos. La situación puede ser más preocupante, si se considera que se carece de información sobre el estado de las colecciones existentes, las condiciones ambientales de los espacios (almacenes, bodegas, bancos), donde se conservan dichas colecciones, la capacidad de conservación existente, los géneros conservados bajo este sistema, entre otros.

En este capítulo se abordan de manera separada las distintas modalidades de la conservación *ex situ*: 1) Colección de semillas; 2) Colección de trabajo; 3) Colección de campo; 4) Colección *in vitro*; y 5) Jardines Botánicos. Se presenta información referente a la capacidad de almacenamiento, géneros conservados, caracterización y documentación, entre otros.

3.3 Colección de semillas

Las colecciones de semillas corresponden a materiales mejorados (líneas, híbridos, variedades), poblaciones nativas o criollas y parientes silvestres, almacenados en condiciones específicas de conservación que permitan mantener la viabilidad a corto, mediano, o largo plazos, como puede ser baja humedad de la semilla (5%), temperaturas inferiores a 0 °C, humedad relativa baja y envase adecuado (a prueba de intercambio de humedad). Las encuestas ubicadas en esta modalidad de conservación sumaron un total de 131, pero al analizar la información se detectó que no todas reunían las condiciones de conservación señaladas anteriormente. En este sentido, considerando la temperatura del almacén, humedad relativa, área del almacén, número de accesiones, entre otras, las encuestas fueron separadas en cuartos fríos y resto de colecciones (características semejantes a colecciones de trabajo).

3.3.1 Cuartos fríos

Bajo esta consideración se identificaron 22 instalaciones con características cercanas a cuartos fríos (Figura 3.1), distribuidos en 14 estados y 18 instituciones, lo que significa que algunas cuentan con más de un cuarto frío, 64% de esos cuartos fríos se concentran en las regiones Noreste y Centro-Sur, pero no así el número de accesiones, que como puede observarse en la región Noreste, a pesar de contar con un gran número de cuartos fríos el número de accesiones es muy bajo. La capacidad de conservación es de 2 354 m³, de los que sólo se tiene utilizado 54%; las regiones Noroeste y Sureste son las que disponen de menor capacidad de área de conservación y se encuentra ocupada cerca de su totalidad (Cuadro 3.1).

Las condiciones de las instalaciones son diversas, pues la temperatura varía entre -5 y 14 °C y la humedad relativa entre 0 y 70%, es decir, de acuerdo con los estándares internacionales, distan mucho de ser las más adecuadas, inclusive, existen casos en donde la temperatura es demasiado alta para las condiciones ambientales de la región, como sucede en los casos del Valle del Yaqui y Hermosillo, con temperaturas de 14 y 11 °C respectivamente. De acuerdo con las Normas para Bancos de Genes (IPGRI, 1994), las condiciones para conservación de germoplasma base (conservación a largo plazo) es una temperatura inferior a cero grados, preferible a -18 °C y un contenido de humedad de las semillas de 3 a 7% (según la especie). En este sentido, solo el banco de la Universidad Autónoma Chapingo, el del INIFAP Valle de México e ICAMEX Toluca, reúnen la condición de temperatura adecuada. No obstante, no se cuenta con información referente al contenido de humedad con el cual se almacena la semilla.

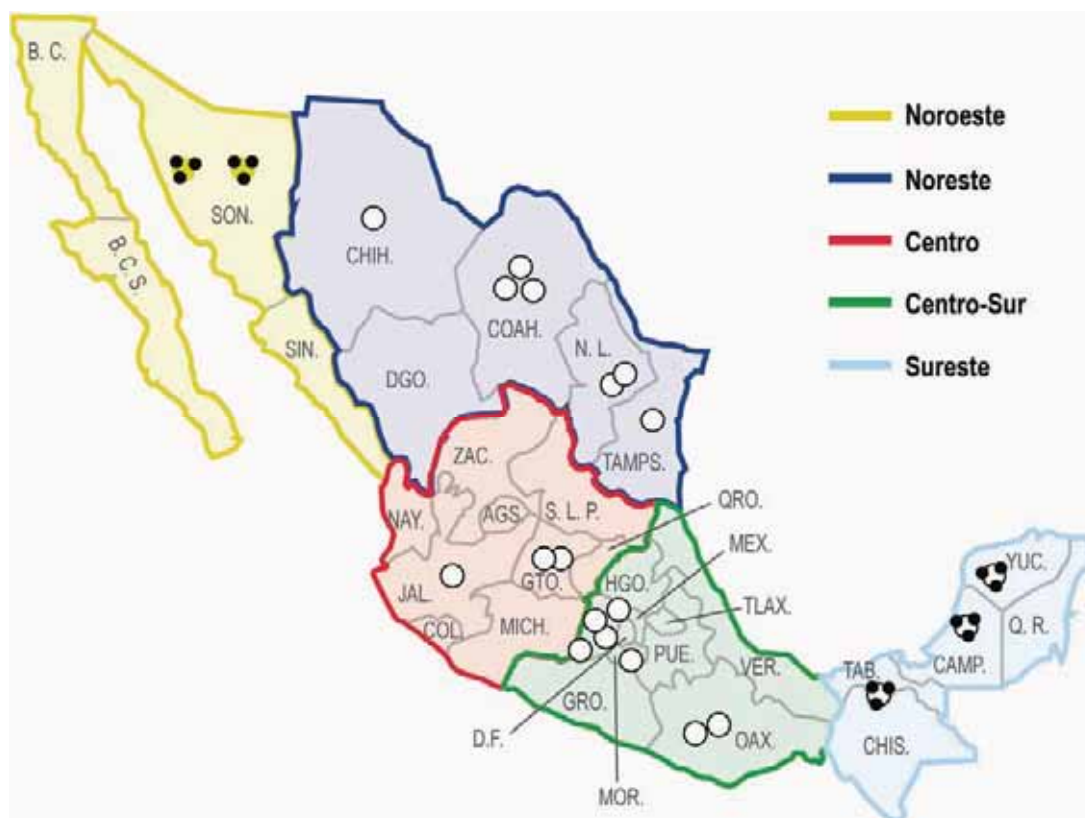
CUADRO 3.1

Capacidad de conservación de germoplasma en cuartos fríos a nivel nacional y regional

Región	Institución	No. cuartos fríos	Vol. (m ³)	Vol. utilizado (m ³)	Temperatura (°C)	HR (%)
Noreste	3	7	1 258	743	0 a 7	0 a 45
Noroeste	2	2	66	45	11 a 14	
Centro	3	3	294	80	4 a 5	20 a 55
Centro-Sur	7	7	604	279	-5 a 7	0 a 70
Sureste	3	3	132	126	4 a 8	0 a 40
Nacional	18	22	2 354	1 273		

FIGURA 3.1

Distribución de cuartos fríos existentes en México



Considerando las condiciones de temperatura del resto de los cuartos fríos, algunos podrían reunir características para conservación a corto plazo (germoplasma activo, disponible inmediatamente para multiplicación y distribución a los usuarios), entre los que se pueden citar en el Noreste uno de los bancos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el Centro el de la Universidad de Guadalajara, en el Centro-Sur el del INIFAP Valle de México y en el Sureste el banco del CICY.

En cuanto a la infraestructura en términos de equipo, en general es muy raquítica, básicamente se circunscribe a balanzas, determinadores de humedad, y en el mejor de los casos se cuenta con cámaras de crecimiento o germinadoras (Cuadro A.3.1). No se reportan equipos para limpieza y secado de muestras, que de acuerdo con las Normas para Bancos de Genes (IPGRI, 1994) son imprescindibles para asegurar un buen pre-acondicionamiento de las muestras que habrán de ingresar a los cuartos fríos. Asimismo, solo tres locales reportan contar con generador auxiliar, siendo de gran importancia para mantener el funcionamiento del sistema de enfriamiento en caso de falla eléctrica.

El número de accesiones conservadas en la modalidad de cuartos fríos suma 54 945, de las cuales el 80% están resguardadas en la región Centro-Sur en siete cuartos fríos, ocupando 279 m³ o el 46% del volumen total disponible en la región (Cuadros 3.1 y 3.2). Llama la atención el caso de la región Noreste en donde la capacidad es de 1 258 m³, y 59% con



sólo 2 487 accesiones, es decir, es mucho el volumen que se reporta ocupado para la cantidad de accesiones, situación que podría explicarse en términos de errores en la información proporcionada, de de captura, o bien, debido a que la información no incluye las accesiones provenientes de las colectas de otros investigadores, es decir, sólo reportaron las propias.

CUADRO 3.2

Número de instituciones, investigadores, géneros y accesiones conservadas en cuartos fríos a nivel regional y nacional

Región	Instituciones	Investigadores	Géneros	Accesiones
Noreste	3	7	7	2 487
Noroeste	2	2	26	1 232
Centro	3	3	7	6 638
Centro-Sur	7	7	253	44 264
Sureste	3	3	76	324
Nacional	18	22	369	54 945

Las pocas accesiones conservadas en la región Noroeste y Sureste están acorde con la poca capacidad de conservación instalada. Considerando las condiciones climáticas de la región Sureste, se podría decir que no sería recomendable contar con cuartos fríos para conservación a largo plazo por los altos costos que implicaría acondicionar el ambiente en términos de temperatura y humedad relativa, pero si sería conveniente contar con una mayor capacidad de conservación a corto plazo o de colecciones activas.

En cuanto a los géneros conservados en los cuartos fríos la información debe tomarse con reserva (Cuadros 3.3 y A.3.2), ya que en 3 de los 22 cuartos no se encontró información específica referente a los géneros y especies, entre estos se tiene el banco de la Universidad Autónoma Chapingo que reporta 238 géneros y 18 345 accesiones, el del CICY con 73 géneros y 230 accesiones. No obstante, a nivel nacional el género *Zea* cuenta con el mayor número de accesiones (17 673), seguido por *Capsicum*, *Sorghum* y *Oryza*, que presentan entre 2 000 y 4 000 accesiones. Otros géneros de importancia alimenticia y que son originarios de México como *Phaseolus*, *Lycopersicum* y *Cucurbita*, están representados en menos de mil accesiones a nivel nacional. Es importante hacer notar que el número de accesiones aquí reportado para cada género no es "exacto", ya que no es factible detectar el grado de repetición en los distintos cuartos fríos y como ya se señaló, tres bancos no especifican los géneros conservados. Sin embargo, es importante destacar que de todos los géneros que producen semilla del tipo ortodoxa, originarios de México con importancia agrícola actual como son: *Zea*, *Phaseolus*, *Lycopersicum*, *Capsicum* y *Cucurbita* cuenta con accesiones en los cuartos fríos, aunque algunos con un bajo número. Cabe resaltar que no se cuenta con accesiones del género *Gossypium*, originario de México y de importancia agrícola mundial, para el que valdría la pena dedicar recursos humanos y financieros para explorar, coleccionar y utilizar la diversidad existente en nuestro país.

El género *Agave* produce semilla del tipo ortodoxa (tolerante a la desecación), pero hasta el momento la forma principal de conservación ha sido en plantaciones de campo e *in vitro*, eso explica el número nulo de accesiones de semilla botánica en los cuartos fríos. Considerando que es una ventaja la conservación de semilla botánica a mediano y largo plazo, resulta conveniente realizar investigación básica en la forma de reproducción sexual y la variación genética resultante de la reproducción por semilla, entre otros estudios.

CUADRO 3.3

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

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-sur	Sureste	Nacional
<i>Agave</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Amaranthus</i>	-	-	-	500	-	500
<i>Avena</i>	352	-	-	-	-	352
<i>Capsicum</i>	-	-	3 716	304	19	4 039
<i>Cucurbita</i>	-	-	816	150	-	966
<i>Lycopersicum</i>	-	-	129	531	10	670
<i>Oryza</i>	-	-	-	2 063	65	2 128

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-sur	Sureste	Nacional
<i>Pachyrhizus</i>	-	-	51	-	-	51
<i>Phaseolus</i>	401	-	317	-	-	718
<i>Physalis</i>	-	-	-	20	-	20
<i>Pinus</i>	267	-	-	-	-	267
<i>Sorghum</i>	1	-	-	3 000	-	3 001
<i>Triticum</i>	34	-	-	350	-	384
<i>Vigna</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Zea</i>	1 432	100	1 605	14 536	-	17 673
No especificados	-	1 132	-	22 810	230	24 172
Total	2 487	1 232	6 638	44 264	324	54 945

A nivel regional, en el Sureste es donde existe el menor número de accesiones, mientras que 80% se concentra en la región Centro-Sur, que es donde se ubican los bancos de germoplasma del INIFAP Valle de México y el de la Universidad Autónoma Chapingo, que resguardan 16 670 y 18 354 accesiones (64% del total entre ambas), respectivamente.

En lo referente a la caracterización, 46% del total de las accesiones han sido caracterizadas, correspondiendo los mayores porcentajes relativos a las regiones Noroeste y Sureste (Cuadro 3.4). En las encuestas no se obtuvo información sobre el tipo de caracterización, pero considerando que casi no se reporta equipo de laboratorio para trabajar con ADN, se puede inferir que la caracterización, en su mayoría, ha de ser del tipo morfológica. Es importante hacer notar que en la región Centro-Sur no se dispone de información referente al grado de caracterización y accesiones por regenerar de los 238 géneros y 18 354 accesiones resguardadas en el banco de germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, por lo que el porcentaje caracterizado podría ser mucho mayor.

CUADRO 3.4

Número de accesiones, accesiones caracterizadas, accesiones por renovar y duplicado de accesiones en diferentes regiones de México

Región	Accesiones	Accesiones caracterizadas	Accesiones por renovar	Duplicado (%)
Noreste	2 487	1 401 (56%)**	1 093 (44%)**	0
Noroeste	1 232	1 132 (92%)	1 132 (92%)	0
Centro	6 638	3 961 (60%)	0	0
Centro-Sur	44 264	18 769 (42%)*	*	0
Sureste	324	230 (71%)	*	28
Nacional	54 945	25 223 (46%)		

* En la región Centro-Sur no se incluyen datos del Banco de Germoplasma de la universidad Autónoma Chapingo, excepto el número de accesiones.

** El porcentaje es con base al número de accesiones de la misma región.

El número de accesiones por renovar, en las regiones donde se dispone de información, es considerable. Es una lástima que no se disponga de esta información en la región Centro-Sur que es donde se resguarda casi la totalidad del germoplasma en cuartos fríos. Este dato es importante, pues da idea de la viabilidad de las semillas conservadas en los cuartos fríos y de la necesidad de establecer un plan de regeneración, ya que de nada sirve conservar las semillas si están muertas o sin la capacidad de establecerse en campo. Asimismo, la ausencia de duplicado de las accesiones y la falta de generadores auxiliares de energía eléctrica, se traducen en alto riesgo para la conservación actual.

En todos los cuartos fríos se cuenta con documentación del germoplasma, en libros y en forma electrónica. En esta última, se utilizan programas como Excel, Word, Access, Visual Basic, Biótica, etc. No obstante, para lograr una ordenación de todas las accesiones en los distintos cuartos fríos, es necesario contar con un sistema único de información. En este sentido, es imprescindible establecer un sistema nacional de conservación de germoplasma a corto y largo plazos.



3.3.2 Resto de colecciones

Como se señaló, estas encuestas fueron ubicadas en la modalidad de colecciones de semilla, pero las características ambientales y otras de los locales (almacenes) donde se mantienen las accesiones no corresponden a la categoría de cuartos fríos. A nivel nacional el número de investigadores ubicado en esta categoría suman un total de 109, adscritos a 55 instituciones, donde se conservan 52 268 accesiones (Cuadro 3.5). A nivel regional, por el número de instituciones y encuestas destacan las regiones Centro-Sur, Centro y Noreste, pero en cuanto al número de accesiones resalta la región Centro-Sur, que concentra 67% del total. Esta situación se debe a que en esa región se ubican las instituciones más antiguas, por otro lado es en donde está la mayor concentración de instituciones e investigadores.

Las regiones Noroeste y Sureste son las menos favorecidas, con menos de mil accesiones. En el caso de la primera podría deberse a una reducción de la diversidad debido al sistema de producción empresarial predominante en grandes áreas agrícolas, localizadas en Sinaloa, Sonora, Baja California Norte, entre otras. Asimismo, las especies que podrían presentar diversidad serían las no cultivadas, por ejemplo la familia de las cactáceas, pero que se reproducen principalmente de forma asexual y por ende la forma de resguardar su germoplasma corresponde a otra modalidad. En el caso del Sureste, varias de las especies de importancia agrícola producen semilla del tipo recalcitrante (varios frutales), y por consiguiente no pueden ser conservadas en la modalidad de colección de semilla en almacén y cuartos fríos.

Los investigadores que reportan poseer un almacén para resguardar sus accesiones son únicamente 77 de los 109 a nivel nacional. Los almacenes no cuentan con clima controlado y en algunos lugares las condiciones climáticas son letales para la viabilidad de las semillas, la que podría perderse rápidamente. En los mejores casos el investigador dispone de un refrigerador, pero aún así, sería altamente recomendable que una réplica de todas las accesiones conservadas en esta modalidad se resguardara en cuartos fríos.

CUADRO 3.5

Número de instituciones, investigadores, géneros y accesiones del resto de las colecciones de semilla

Región	Instituciones	Investigadores	Géneros	Almacén	Accesiones
Noreste	12	33	23	24	12 259
Noroeste	5	5	32	4	512
Centro	14	21	120	12	3 617
Centro-Sur	16	41	45	31	35 031
Sureste	8	9	13	6	849
Nacional	55	109	233	77	52 268

Los géneros conservados en esta modalidad suman 177 (Cuadro A.3.3). En el Cuadro 3.6 se presentan aquellos con mil o más accesiones, cabe resaltar que sólo nueve géneros concentran 83% del total de las accesiones. Los géneros *Phaseolus* y *Zea*, concentran el mayor número de accesiones, con 13 084 y 10 755, respectivamente, sumando entre ambos 46% del total (52 268). También es notable el número de accesiones del género *Capsicum*, originario de México y de gran importancia en los platillos de la alimentación de los mexicanos. En el caso de *Physalis*, es posible que exista una sobre estimación, pues dos investigadores parecen estar reportando las mismas accesiones. Especial atención merece el género *Pyrus*, para el que la principal forma de reproducción es vegetativa, por lo que su conservación predominante es en plantaciones de campo (huertos). En este sentido, la ubicación en esta modalidad de conservación no es la correcta.

CUADRO 3.6

Géneros con más de mil accesiones a nivel regional del resto de las colecciones de semillas

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Nacional
<i>Avena</i>	1 000	6	-	15	-	1 021
<i>Capsicum</i>	745	-	1	624	337	1 707
<i>Hordeum</i>	-	-	-	1 000	-	1 000
<i>Phaseolus</i>	629	-	200	11 854	401	13 084
<i>Physalis</i>	-	7	514	515	-	1 036
<i>Pyrus</i>	-	-	-	8 396	-	8 396
<i>Sorghum</i>	5	-	-	2 000	-	2 005
<i>Triticum</i>	1 100	300	-	3 265	-	4 665

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Nacional
<i>Zea</i>	7 101	-	1 553	2 092	9	10 755
Total	10 580	313	2 268	29 761	747	43 669

A nivel regional, llama la atención el casi nulo número de accesiones del género *Zea* en el Sureste, y como puede observarse, de igual manera, no tiene representatividad en cuartos fríos (Cuadro 3.3). Es de esperar que las colecciones de dicho género en esa región se encuentren reportadas en la modalidad de colecciones de trabajo, de no ser así, sería conveniente apoyar la recolección y otros estudios en esa región. Resulta evidente que el mayor número de accesiones y con representatividad en los nueve géneros del Cuadro 3.6, se resguarda en la región Centro-Sur.

De los 177 géneros se seleccionó otro grupo relacionados con la alimentación humana, pero que presentan menos de mil accesiones (Cuadro 3.7). Los 13 géneros suman un total de 2 846 accesiones (5% del total), pero los mayores números se concentran en *Sesamum* y *Solanum*. Es importante resaltar el reducido número de accesiones para los géneros *Amaranthus*, *Cucurbita* e *Ipomoea*, domesticados en México, pero que el número de investigadores trabajando en recursos fitogenéticos es reducido. Un caso sorprendente es el del género *Gossypium* con 300 accesiones, para el que ya se señaló que se requiere especial atención.

CUADRO 3.7

Géneros con menos de mil accesiones relacionados con la alimentación humana del resto de las colecciones de semilla a nivel regional y nacional

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-sur	Sureste	Nacional
<i>Amaranthus</i>	7	-	-	-	-	7
<i>Arachis</i>	-	-	-	350	-	350
<i>Chenopodium</i>	-	-	-	70	-	70
<i>Cucurbita</i>	-	-	-	82	3	85
<i>Glycine</i>	-	-	-	120	-	120
<i>Gossypium</i>	-	-	-	300	-	300
<i>Helianthus</i>	240	7	-	4	-	251
<i>Ipomoea</i>	-	1	2	-	-	3
<i>Lycopersicon</i>	-	-	294	20	7	321
<i>Oryza</i>	-	-	-	70	-	70
<i>Sesamum</i>	-	-	-	715	-	715
<i>Solanum</i>	540	-	2	-	-	542
<i>Vicia</i>	12	-	-	-	-	12
Total	799	8	298	1 731	10	2 846

A nivel nacional 41% de las accesiones han sido caracterizadas y el 28% necesitan ser renovadas (Cuadro 3.8). La mayor cantidad de accesiones no se encuentran duplicadas, lo que refleja el potencial de pérdida del germoplasma, sobretudo a mediano y largo plazo. En general, el porcentaje de caracterización es muy bajo, aún en aquellas regiones con reducido número de accesiones. En este sentido, se debe apoyar la caracterización de estas accesiones, con fines y compromisos bien definidos, todo ello tendría más utilidad e impacto dentro de un plan nacional de manera que se organicen de manera adecuada las actividades referentes a la recolección, caracterización y utilización del germoplasma.

CUADRO 3.8

Número de instituciones, investigadores, géneros y accesiones del resto de las colecciones de semilla

Región	Accesiones	Accesiones caracterizadas	Accesiones por renovar	Duplicado (%)
Noreste	12 259	6 817 (55%)	2 928 (24%)	6
Noroeste	512	183 (36%)	89 (17%)	27
Centro	3 617	1 167 (32%)	1 087 (30%)	11
Centro-Sur	35 031	12 702 (36%)	9 879 (28%)	14
Sureste	849	652 (76%)	696 (81%)	0
Nacional	52 268	21 521 (41%)	14 679 (28%)	

*El porcentaje es con base al número de accesiones de la misma región.



La documentación del germoplasma se realiza en libros de campo o con la ayuda de algún programa de cómputo, a lo más que se puede aspirar es contar con una base de datos personal. Dada la naturaleza de la encuesta, no se obtuvo información sobre el grado de documentación, es decir, se desconoce si se cuenta con la información suficiente de datos de pasaporte de las colectas.

3.4 Colecciones de trabajo

Las colecciones de trabajo son aquellos grupos de materiales genéticos en poder de los fitomejoradores, las cuales no están bajo un esquema de conservación de germoplasma. El investigador las mantiene activas, es decir, las involucra permanentemente en trabajos de investigación; de los que podemos citar la caracterización, premejoramiento genético, mejoramiento genético, estudios básicos, etc. En este sentido, es de esperarse que dichas accesiones se regeneren con frecuencia; asimismo, no demandan condiciones ambientales específicas del almacén (baja temperatura y humedad relativa) ni de su humedad, por tratarse de conservación por periodos muy cortos. Es importante señalar, que lo ideal sería que los fitomejoradores resguardaran una copia del germoplasma que consideren de importancia en cuartos fríos o bancos de germoplasma.

A nivel nacional, 155 investigadores, adscritos a 73 instituciones, mantienen 69 931 accesiones que representan a 78 géneros (Cuadros 3.9 y A.3.4). El mayor número de investigadores se concentra en la región Centro y Centro-Sur, esto, debido a que en esas regiones se ubican las principales instituciones dedicadas a la agronomía como son; la Universidad Autónoma Chapingo, el Colegio de Postgraduados, la Universidad Autónoma de México, Universidad de Guadalajara y varios campos experimentales del INIFAP. Algo que llama mucho la atención (Cuadro 3.9), es el bajo número de investigadores (53 o 34%) que reportan contar con bodega o almacén para resguardar el germoplasma. Esto significa que los investigadores comparten espacio o que algunos no disponen de un lugar específico para conservar sus accesiones, lo que resulta preocupante, pues significa que algunas accesiones podrían perderse, ya que en muchos casos no se tiene un duplicado en algún lugar con condiciones adecuadas (cuartos fríos) para su conservación a mediano y largo plazos.

CUADRO 3.9

Número de instituciones, encuestas (investigadores), géneros y accesiones conservadas en la modalidad de colecciones de trabajo a nivel regional y nacional

Región	Instituciones	Encuestas	Géneros	Almacén	Accesiones
Noreste	7	20	10	5	11 963
Noroeste	13	18	16	5	23 759
Centro	19	45	36	17	18 586
Centro-Sur	20	57	43	20	14 389
Sureste	14	15	20	3	1 234
Nacional	73	155		53	69 931

Del total de las accesiones de trabajo (69 931), el 87% está concentrado en 11 de los 78 géneros reportados (Cuadros 3.10 y A.3.4). En cuanto a los cultivos agrícolas más relacionados con la alimentación humana con más de mil accesiones sobresalen *Zea* (32%), *Triticum* (16%) y *Phaseolus* (8%), respecto al total del Cuadro 3.10.

En cuanto al número de éstos a nivel regional, sobresalen las regiones Noreste, Centro y Centro-Sur para el caso de *Zea*; Noroeste y Centro para *Triticum* y Centro para *Phaseolus*. Esta distribución posiblemente refleje la diversidad existente y variabilidad en los sistemas de producción agrícola. Por ejemplo, en el caso de *Zea*, se produce en una gran superficie en el Noroeste del país (Ver datos Capítulo I), pero el sistema de producción es del tipo empresarial, utilizando híbridos o variedades mejoradas, lo que tiende a reducir la diversidad del germoplasma. Para dicho género, llama la atención el bajo número de accesiones en la región Sureste, que ya se manifestó en las modalidades de conservación descritas con anterioridad, por lo que se requiere de un análisis más profundo y posiblemente el apoyo dirigido a la recolección.

CUADRO 3.10

Géneros con más de mil accesiones a nivel nacional, conservadas en la modalidad de colecciones de trabajo

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Nacional
<i>Agave</i>	-	16 000	61	-	1	16 062
<i>Glycine</i>	1 200	700	14	301	-	2 215
<i>Helianthus</i>	15	-	1	1 045	-	1 061
<i>Hordeum</i>	-	1 000	2 155	100	-	3 255
<i>Phaseolus</i>	914	600	2 596	876	-	4 986
<i>Solanum</i>	781	-	-	782	-	1 563
<i>Sorghum</i>	2 096	-	380	-	-	2 476
<i>Triticum</i>	200	3 260	5 959	360	-	9 779
<i>Zea</i>	6 125	901	5 121	7 366	71	19 584
Total	11 331	22 461	16 287	10 830	72	60 981

En el caso de frijol, las mayores superficies se siembran en los estados pertenecientes a la región Centro y Centro-Sur (Zacatecas, Tlaxcala, Veracruz, etc.) y en la mayoría de los lugares se utiliza semilla del propio agricultor, lo que permite mantener la diversidad genética.

Seleccionando otros géneros relacionados con la alimentación se obtuvo el Cuadro 3.11. Resulta evidente que géneros nativos de México como *Ananas*, *Amaranthus* y *Chenopodium*, tienen un bajo número de accesiones. En el caso de géneros hortícolas como *Capsicum* y *Lycopersicon*, aún siendo de gran importancia alimenticia y económica en el país, el número de accesiones es inferior a mil para el primero y 300 en el segundo. Dado que la colección de trabajo tiene la finalidad de utilizar las accesiones en la investigación enfocada a la caracterización, mejoramiento, entre otros, se puede inferir que faltan investigadores y proyectos enfocados a estas actividades para dichos géneros.

CUADRO 3.11

Géneros relacionadas con la alimentación humana con menos de mil accesiones a nivel regional y nacional, conservadas en la modalidad de colecciones de trabajo

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro- Sur	Sureste	Nacional
<i>Allium</i>	-	-	16	-	-	16
<i>Amaranthus</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Ananas</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Annona</i>	-	-	40	3	1	44
<i>Arachis</i>	-	-	-	350	-	350
<i>Capsicum</i>	510	-	185	198	70	963
<i>Chenopodium</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Lycopersicon</i>	-	-	5	280	1	286
<i>Oryza</i>	-	-	11	245	65	321
<i>Vicia</i>	-	-	-	378	-	378
Total	510	-	262	1 464	138	2 374

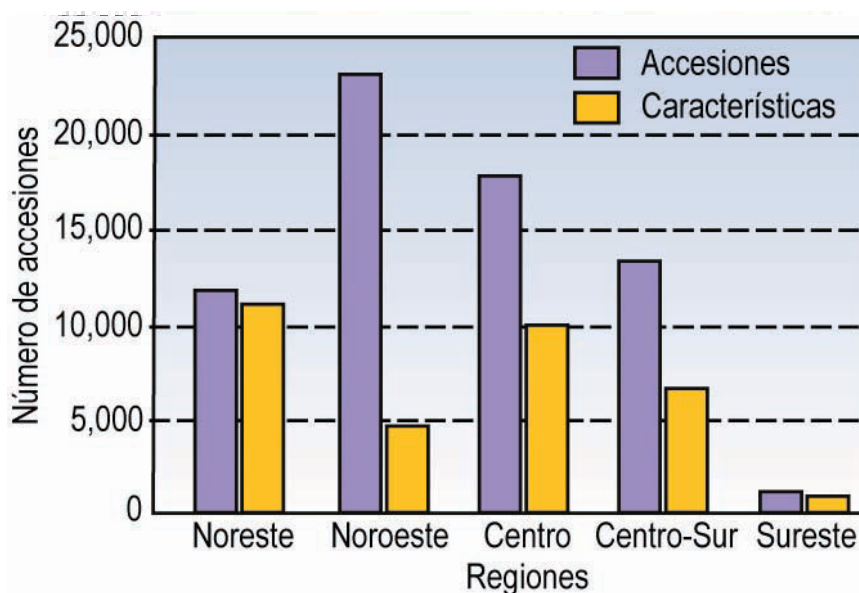
Para ninguno de los géneros del Cuadro 3.11 se reportan accesiones en el Noroeste del país; llama la atención el género *Lycopersicon*, en cuya región existen zonas importantes de producción. Lo que se debe posiblemente a la utilización de semilla mejorada y a la agricultura empresarial practicada en dicha región, lo que contribuye a una reducción de la diversidad genética.

De las 69 931 accesiones conservadas en esta modalidad, 49% (34 313) han sido caracterizadas, aunque no se puede especificar el nivel de esta caracterización. A nivel regional, el grado de caracterización es variable, sobresaliendo las regiones Noreste y Sureste con casi la totalidad de su germoplasma caracterizado (Figura 3.2). La región Noroeste es la que en términos relativos presenta el menor porcentaje de caracterización, mientras que la caracterización en las regiones Centro y Centro-Sur es alrededor del 50%.



FIGURA 3.2

Número de accesiones totales y caracterizadas por región en la modalidad de conservación de colecciones de trabajo



En cuanto a infraestructura, la mayoría de los investigadores reportan contar con superficie en campo para establecer sus estudios, pocos cuentan con laboratorio y peor aún con bodega para conservar su germoplasma. En cuanto a equipo de laboratorio, en la mayoría de los casos es raquítico. La documentación del germoplasma, se realiza en libros de campo o con la ayuda de algún programa de cómputo, que para esta modalidad de conservación es suficiente.

3.5 Colecciones de campo

Existen especies que no producen semilla botánica o que la producen pero su semilla es sensible a la desecación (recalcitrantes) y por consiguiente dificulta la conservación en cuartos fríos. El germoplasma de estas especies puede ser conservado bajo otras estrategias, una de ellas es de forma *ex situ* pero en condiciones de campo. En este sentido las colecciones de campo son el conjunto de materiales genéticos establecidos bajo esas condiciones y se pueden agrupar en: *Arboretum*, *Pinnetum*, Frutales, Forrajes, etc.

En este apartado al igual que en otros del Capítulo 2, hubo confusión al momento de decidir la ubicación de los proyectos en la modalidad de conservación, así, existen reportes de especies como maíz, frijol, trigo y otros cultivos ubicados en este tipo de conservación, lo que no es congruente, pues como se señaló este tipo de conservación es principalmente para especies recalcitrantes o con problemas de reproducción sexual, perennes, etc. En este sentido es importante resaltar que 39 (22%) de las 174 encuestas que reportan este tipo de conservación no corresponden a dicha clasificación (Cuadro A.3.5) y por tanto no se consideran para el análisis.

Considerando lo anterior, el total de instituciones involucradas en la conservación de campo suman 104 a nivel nacional, con 135 investigadores, conservando alrededor de 390 géneros (Cuadro A.3.5) y 60 847 accesiones (Cuadro 3.12) que incluye material resultante del mejoramiento genético. Resulta evidente la centralización de instituciones e investigadores en las regiones Centro, Centro-Sur y Sureste, lo que posiblemente esté asociado a la gran diversidad de condiciones climáticas, ecosistemas y sistemas de producción agrícola; así como a la gran diversidad vegetal existente. Las especies que producen semilla del tipo recalcitrante (sensible a la desecación) crecen en climas cálidos y húmedos (Centro y Sureste de México), pero en las zonas secas y semiáridas (Noreste y Noroeste) también existen varias especies (ejemplo, familia de las cactáceas) que se reproducen asexualmente y que requieren de este tipo de conservación. Tal vez, por eso no existe mucha diferencia entre el número de accesiones conservadas bajo este sistema en las cinco regiones en que fue dividido el país para el presente estudio (Cuadro 3.12).

CUADRO 3.12

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

Región	Instituciones	Encuestas	Géneros	Accesiones
Noreste	16	17	19	8 908
Noroeste	8	15	27	10 726
Centro	21	28	126	9 070
Centro-Sur	37	48	223	13 871
Sureste	22	27	201	18 272
Nacional	104	135	596	60 847

Las 60 847 accesiones se encuentran conservadas en las cinco modalidades señaladas en el Cuadro 3.13. Es importante puntualizar que en la categoría de *Arboretum* se incluyeron las colecciones del género *Agave* y en Frutales al grupo de las cactáceas. Es claro que destaca la conservación en huertos de Frutales con 73 a nivel nacional, seguido por la modalidad en *Arboretum*. Los géneros conservados bajo estas modalidades se pueden observar en el Cuadro A.3.5, en donde se podrá corroborar que la mayoría se reproducen principalmente en forma asexual o producen semilla del tipo recalcitrante. La conservación de forrajes en campo es baja; no obstante, debe recordarse que varias de las especies forrajeras producen semilla del tipo ortodoxa, la que puede ser conservada bajo el sistema de cuartos fríos u otro tipo de almacén. En el caso de *Pinnetum*, el bajo número detectado podría deberse a que las instituciones, principalmente de agronomía, consideradas en la encuesta no manejan recursos forestales. Por otro lado, cabe hacer notar que los herbarios no manejan material “vivo”, aunque existen reportes que indican que se puede obtener ADN; sin embargo, ya no fue posible transferir esta información a otro apartado más apropiado. Independientemente de lo anterior, es claro que la actividad está concentrada en el Centro, Centro-Sur y Sureste del país.

CUADRO 3.13

Número de colecciones a nivel nacional y regional en las distintas modalidades de la conservación de campo

Región	<i>Arboretum</i>	<i>Pinnetum</i>	Frutales	Forrajes	Herbario
Noreste	3	0	11	3	0
Noroeste	3	1	5	0	5
Centro	3	0	23	0	2
Centro-Sur	17	2	24	4	1
Sureste	7	3	10	1	6
Nacional	33	6	73	8	14

En el Cuadro A.3.5 se observa que en total se trabajan alrededor de 390 géneros en la modalidad de conservación de campo; los que se pueden agrupar dependiendo del interés que se persiga. Tomando en consideración los géneros con más de 1000 accesiones a nivel nacional se obtuvo el Cuadro 3.14, que refleja que sólo 14 de los 390 géneros concentran 43 560 accesiones, es decir 72% del total bajo este tipo de conservación (60 847 accesiones). Los géneros más directamente relacionados con la alimentación son: *Citrus*, *Coffea*, *Cocos*, *Prunus*, *Persea* y *Opuntia*; de estos sólo los dos últimos son nativos de México, el resto son introducidos. También destaca el género *Agave*, nativo de México, utilizado para la elaboración de bebidas con reconocimiento en el ámbito internacional y fuente captadora de divisas. Desde el punto de vista de los autores, se sugiere tomar con reserva el número de accesiones del género *Citrus* en la región Noroeste, pues es muy alto para ser un género introducido, lo que hace pensar que posiblemente se refiera a individuos (plantas) no a clones de especies distintas; desafortunadamente no se pudo corroborar dicha información.



CUADRO 3.14

Géneros conservados en el sistema de colección de campo con más de mil accesiones a nivel nacional

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Nacional
<i>Agave</i>	-	1 500	573	49	957	3 079
<i>Cedrella</i>	-	-	1	1	1 495	1 497
<i>Citrus</i>	73	10 038	-	512	393	11 016
<i>Cocos</i>	-	-	3 006	-	53	3 059
<i>Coffea</i>	5	-	1	1 329	37	1 372
<i>Cordia</i>	-	-	-	-	1 205	1 205
<i>Dahlia</i>	-	-	-	1 033	9	1 042
<i>Gmelia</i>	-	-	-	-	2 080	2 080
<i>Malus</i>	-	5 300	-	5	-	5 305
<i>Opuntia</i>	878	23	988	3	11	1 903
<i>Persea</i>	-	-	680	331	-	1 011
<i>Prunus</i>	89	-	4 523	16	-	4 628
<i>Swietenia</i>	-	-	-	1	4 281	4 282
<i>Tectona</i>	-	-	-	1	2 080	2 081
Total	1 045	16 861	9 772	3 281	12 601	43 560

En otra agrupación, sin considerar los géneros del Cuadro anterior, se toman en cuenta aquellos que involucran especies frutícolas y por ende, relacionados con la alimentación humana (Cuadro 3.15). De los 390 géneros, solo 16 de ellos conformaron dicho grupo, concentrando 1 919 accesiones, que representan 3% del total conservado en esta modalidad (60 847). Ese porcentaje es muy bajo y podría representar un foco rojo que requiere de un análisis más profundo. No obstante, especulando un poco, se podría decir que existe poco interés o falta apoyo institucional, estatal y nacional, así como recursos humanos para desarrollar un sistema de conservación, con la importancia que requieren los géneros (especies) nativos de México e introducidos de importancia para la dieta alimenticia de los mexicanos. En particular llama la atención el número tan bajo de accesiones en los géneros *Ananas*, *Annona*, *Platanus*, *Sechium*, *Theobroma* y *Vanilla*.

CUADRO 3.15

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

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Ananas</i>	-	-	-	69	-	69
<i>Annona</i>	-	-	-	71	7	78
<i>Carica</i>	-	39	-	-	50	89
<i>Hylocereus</i>	-	-	5	370	47	422
<i>Litchi</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Macadamia</i>	-	-	-	30	-	30
<i>Mangifera</i>	-	-	37	495	1	533
<i>Pistacea</i>	49	-	1	-	-	50
<i>Platanus</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Psidium</i>	-	-	104	1	1	106
<i>Pyrus</i>	-	-	120	5	-	125
<i>Sechium</i>	-	-	-	70	-	70
<i>Tamarindos</i>	-	-	-	-	14	14
<i>Theobroma</i>	-	-	-	-	264	264
<i>Vanilla</i>	-	-	-	20	1	21
<i>Vitis</i>	-	34	10	-	-	44
Total	49	73	280	1 132	385	1 919

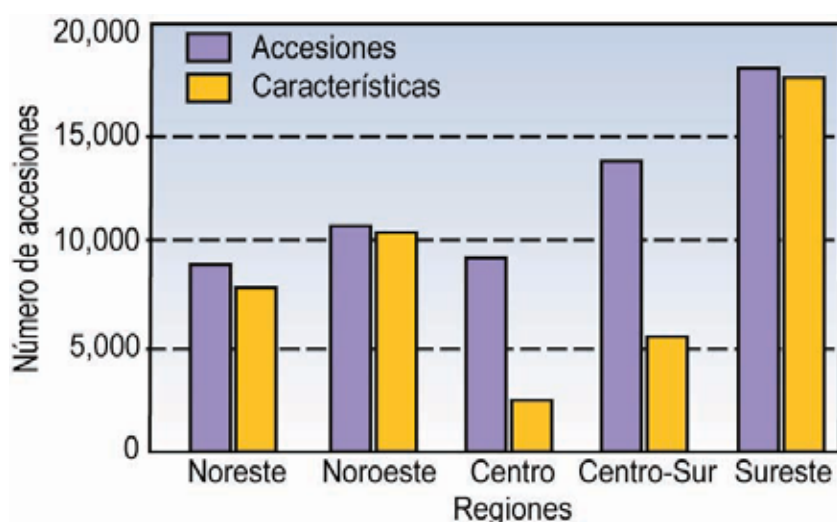


Considerando los géneros más reconocidos que involucran especies ornamentales (Cuadro 3.16) se obtuvieron nueve géneros, que agrupan 1 211 accesiones y que representan cerca de 2% del total conservado en esta modalidad (60 847). A excepción de *Gladiolus* y *Esprekelia*, el número de accesiones por género es inferior a 100. Esto refleja indirectamente el bajo número de investigadores que trabajan en el manejo de recursos fitogenéticos en especies ornamentales, por lo que sería conveniente apoyar dicha actividad de una forma organizada, estableciendo especies prioritarias y estudios a realizar.

A nivel nacional, de las 60 847 accesiones conservadas en la modalidad de colecciones de campo, se tiene caracterizado 72% (43 849) (Figura 3.3), pero al igual que en las otras modalidades de conservación, no es factible especificar el grado y tipo de caracterización. En las regiones Noreste, Noroeste y Sureste, la mayoría de las accesiones han sido caracterizadas, mientras que en las regiones Centro y Centro-Sur, las accesiones caracterizadas, es inferior a 50%. En consecuencia, una de las prioridades para estas regiones y este tipo de conservación, serían las actividades relacionadas con la caracterización de los géneros que se consideren de importancia para la agricultura y la alimentación, los que se pueden precisar en los cuadros del anexo correspondiente.

FIGURA 3.3

Número de accesiones totales y caracterizadas por región en la modalidad de conservación de colecciones de campo



CUADRO 3.16

Géneros con especies ornamentales conservados en el sistema de colección de campo a nivel nacional y regional

Género	Noreste	Noroeste	CENTRO	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Begonia</i>				69		69
<i>Bouganbillea</i>				71	7	78
<i>Cosmos</i>		39			50	89
<i>Gladiolus</i>			5	370	47	422
<i>Lilium</i>			3			3
<i>Orchidacea</i>				30		30
<i>Rosa</i>				1	2	3
<i>Spondia</i>					16	16
<i>Sprekelia</i>				501		501
Total		39	8	1 042	122	1 211

En cuanto a infraestructura, la mayoría de los investigadores reportan contar con terreno y riego disponible, incluso, en algunos casos, riego por goteo o aspersión, pero la mayoría carece de laboratorio y equipo. La documentación del germoplasma, se realiza en libros de campo o con la ayuda de algún programa de cómputo, lo cual, es una gran limitante para consolidar la conservación a nivel nacional.

3.6 Colecciones *in vitro*

La conservación *in vitro* es otra técnica de conservar la diversidad genética de aquellas especies que no producen semilla botánica o que producen semilla del tipo recalcitrante (intolerante a la desecación). En el Cuadro 3.17 se observa que a nivel nacional 31 instituciones están involucradas en esta estrategia de conservación, con la participación de 34 investigadores, quienes trabajan un total de 60 géneros (Cuadro A.3.6) y conservan 19 769 accesiones. Considerando los tres primeros parámetros del Cuadro 3.17, es claro que la actividad de este tipo de conservación se concentra en las regiones Centro y Centro-Sur, sobretudo por el número de géneros. Esto posiblemente se deba a la presencia de grandes instituciones de investigación, entre las que se pueden citar a la UNAM, Colegio de Postgraduados, UACH, CINVESTAV, INIFAP con varios campus, Universidad de Guadalajara, Universidad de Guanajuato, etc. En cuanto al número de accesiones sobresalen las regiones Centro y Noroeste; en esta última debido posiblemente a la gran cantidad de cactáceas, para las que una forma sencilla de reproducción ha sido el cultivo de tejidos.

CUADRO 3.17

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

Región	Instituciones	Encuestas	Géneros	Accesiones
Noreste	3	3	6	1 051
Noroeste	4	4	6	7 279
Centro	10	12	24	8 811
Centro-Sur	8	9	30	858
Sureste	6	6	8	1 770
Nacional	31	34		19 769

La lista desglosada de géneros se puede observar en el Cuadro A.3.6, que da un total de 60. De éstos, solo cuatro concentran 16 688 accesiones (Cuadro 3.18), es decir 84% del total conservado bajo esta modalidad. Es importante hacer notar que estos géneros no están directamente relacionados con la alimentación humana e incluso animal. En el caso particular de *Arabidopsis*, se puede inferir que la utilización es para investigación básica en estudios biotecnológicos, pues casi todas las accesiones fueron reportadas por el CINVESTAV, Irapuato, Gto.

CUADRO 3.18

Géneros conservados en la modalidad *in vitro* con mil o más accesiones a nivel regional y nacional

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Nacional
<i>Acineta</i>	194	6 011	478	1	-	6 684
<i>Arabidopsis</i>	-	-	8 000	4	-	8 004
<i>Oncidium</i>	-	1 000	-	-	-	1 000
<i>Ryncholalelia</i>	-	-	-	-	1 000	1 000
Total	194	7 011	8 478	5	1 000	16 688

Considerando las especies relacionadas con la alimentación humana, se puede observar en el Cuadro 3.19 que sólo 11 de los 60 géneros bajo esta modalidad de conservación tienen dicha utilidad. El número de accesiones que corresponde a esos géneros es de 8 070, es decir 41% del total (19 769), pero el mayor porcentaje corresponde al género *Agave* con 83% (6 684 accesiones) cuya utilización principal es para la elaboración de bebidas, no para consumo alimenticio. Para el resto de los géneros el número de accesiones fluctúa entre 7 y 217, excepto *Solanum*; cabe resaltar que en el caso de *Capsicum* esta forma de conservación no es la más adecuada, pues se reproduce sexualmente y produce semilla del tipo ortodoxa, facilitando la conservación en cuartos fríos u otra modalidad menos costosa.

El bajo número de géneros y accesiones conservadas bajo esta modalidad, podría ser un indicativo del poco desarrollo en esta técnica de conservación; asimismo, podría ser resultado del trabajo tan arduo que se requiere y los altos costos que implica conservar el germoplasma *in vitro*. En este sentido, para apoyar un programa o centro de conservación *in vitro* se requiere priorizar, tomando en consideración en primera instancia, los géneros (especies) que presentan problemas de reproducción sexual o que producen semilla del tipo recalcitrante, así como otra serie de criterios relacionados con la importancia a nivel nacional.

CUADRO 3.19

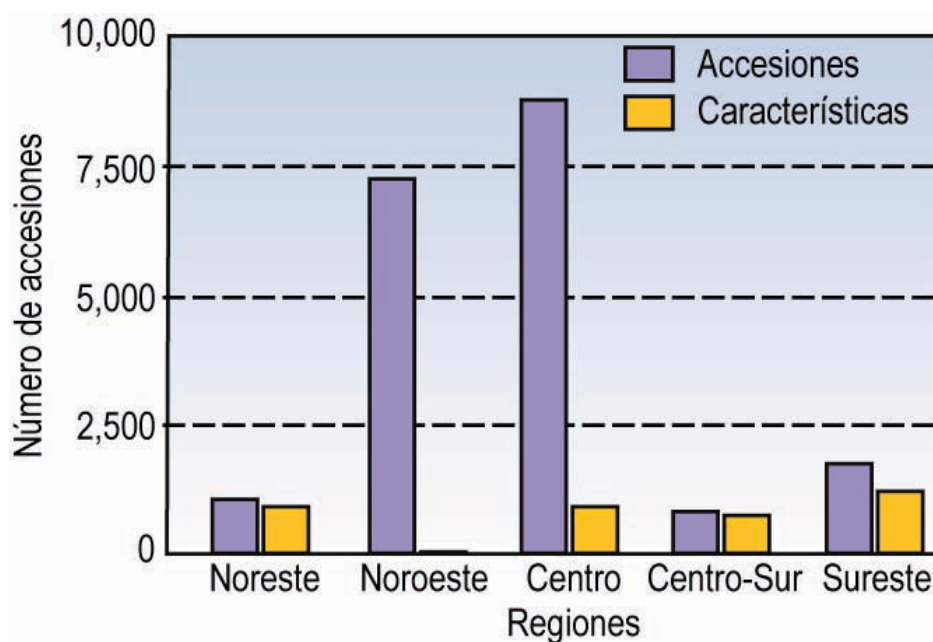
Especies relacionadas con la alimentación humana conservadas *in vitro* a nivel regional y nacional

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Nacional
<i>Agave</i>	194	6 011	478	1	-	6 684
<i>Capsicum</i>	-	-	-	15	65	80
<i>Carica</i>	-	139	20	-	-	159
<i>Citrus</i>	-	-	-	217	-	217
<i>Mangifera</i>	56	-	-	-	-	56
<i>Musa</i>	-	-	40	-	20	60
<i>Opuntia</i>	-	-	31	-	-	31
<i>Persea</i>	-	-	7	-	-	7
<i>Psidium</i>	52	-	-	-	-	52
<i>Solanum</i>	29	-	-	574	-	603
<i>Yucca</i>	-	121	-	-	-	121
Total	331	6 271	576	807	85	8 070

Otra técnica para conservar este tipo de géneros, sobre todo a largo plazo, es la crioconservación; no obstante, en las encuestas no hubo ningún reporte al respecto. Esto podría ser un indicativo de que no existe ni siquiera de manera incipiente en el país, por lo que se requiere la iniciativa y el apoyo económico para desarrollar estudios básicos y protocolos, para que en el corto plazo se utilice esta técnica de conservación del germoplasma vegetal.

De las 16 688 accesiones 21% han sido caracterizadas. Una de las causas de este reducido porcentaje se debe a las 8 000 accesiones del género *Arabidopsis* reportadas en la región Centro, las que, en realidad no requieren de caracterización. Asimismo, las 6 000 accesiones sin caracterizar del género *Agave* reportadas en la región Noroeste, reducen el porcentaje caracterizado. Esto explica también lo observado a nivel regional (Figura 3.4), en donde se aprecia el reducido número de accesiones caracterizadas, mientras que en el resto de las regiones, cerca del total de las accesiones han sido caracterizadas.

FIGURA 3.4

Número de accesiones totales y caracterizadas por región en la modalidad de conservación *in vitro*


La mayoría de los investigadores cuentan con infraestructura mínima de laboratorio, como campana de flujo laminar, cristalería, balanzas, autoclave, agitadores, entre otros, pero casi nadie cuenta con equipo para trabajar a nivel de ADN (marcadores moleculares). Un porcentaje considerable reporta realizar documentación, ya sea en libro o en forma electrónica; no obstante, siendo esta otra importante modalidad de la conservación *ex situ*, se requiere un sistema de documentación a nivel nacional, como se señaló para el caso de colección de semillas y de campo.



3.7 Colección en jardines botánicos

Como ocurrió en otras modalidades de conservación, existen encuestas que por la descripción de la colección no corresponden a la categoría de jardines botánicos. En esta modalidad se reporta un total de 30 jardines botánicos a nivel nacional, con gran predominancia en la región Sureste (46%). Las instituciones participantes casi son equivalentes a los jardines, es decir, un jardín por institución (Cuadro 3.20). Bajo esta modalidad se conservan 19 185 ejemplares, de un total de 233 géneros especificados.

CUADRO 3.20

Número de instituciones, (encuestas) investigadores, géneros y ejemplares conservadas en Jardines Botánicos a nivel regional y nacional

Región	Instituciones	J. Botánicos	Géneros	Ejemplares
Noreste	4	4	29	423
Noroeste	3	3	9 (2)*	2 570
Centro	4	4	126 (1)*	12 330
Centro-Sur	5	5	25 (3)*	604
Sureste	10	14	127 (5)*	3 258
Total	26	30		19 185

* Jardines que no especifican el número de géneros.

Los jardines más importantes con base al número de géneros y ejemplares son el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad de Guadalajara, que concentra 101 géneros y 5 955 ejemplares; el Jardín Botánico de Cadereyta del Consejo de Ciencia y Tecnología de Querétaro, que aunque no especifica los géneros, mantiene 4 094 ejemplares; y el Jardín Botánico Chun Kul-Che, Quintana Roo, que tampoco especifica los géneros pero mantiene 1 000 ejemplares.

Aunque se espera que los jardines botánicos no conserven un gran número de ejemplares, en el Cuadro 3.21 se presentan cinco géneros con mil o más accesiones, de los cuales sólo *Opuntia* está relacionado con la alimentación; mayor información referente a los géneros conservados en esta modalidad se puede obtener del Cuadro A.3.7.

CUADRO 3.21

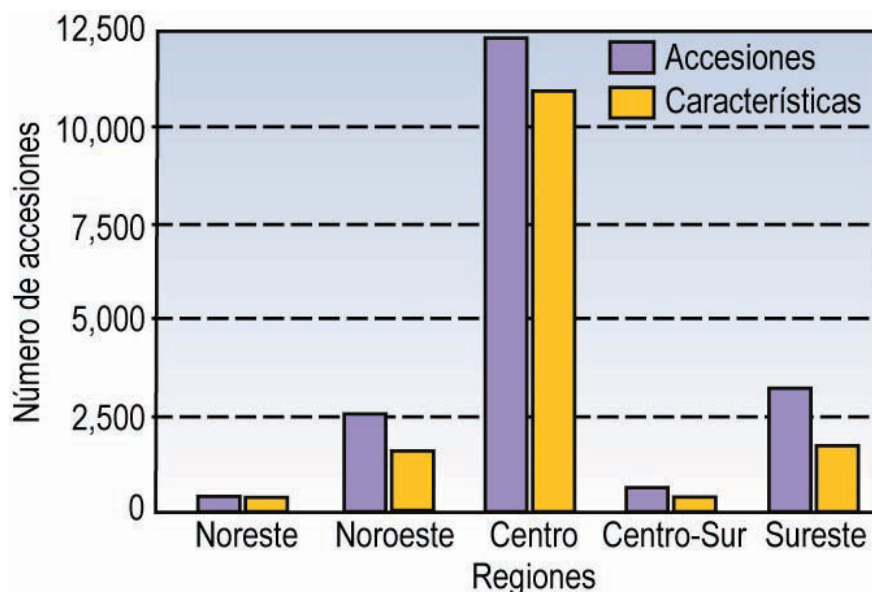
Géneros conservados en la modalidad de Jardines Botánicos con mil o más accesiones a nivel nacional

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Acacia</i>	-	1 200	-	1	20	1 221
<i>Ferocactus</i>	-	-	1 105	1	-	1 106
<i>Mammillaria</i>	-	50	2 794	190	3	3 037
<i>Opuntia</i>	-	1	1 200	50	1	1 252
<i>Ryncholalelia</i>	-	-	-	-	1 000	1 000
Total	-	1 251	5 099	242	1 024	6 616

Dado el reducido número de ejemplares por especie que se pueden conservar en los jardines botánicos, se esperaría que no se realizara caracterización, pero si una exacta identificación de estos. No obstante, la información obtenida de las encuestas indica que de los 19 185 ejemplares a nivel nacional, 15 142 (79%) se han caracterizado. A nivel regional, aún en la región Centro donde se concentra la mayor cantidad de ejemplares se ha caracterizado cerca de su totalidad (Figura 3.5). En las regiones Noreste y Centro-Sur, del reducido número de ejemplares, casi 100% ha sido caracterizado. Pero igual que en los casos anteriores no se dispone de información referente al tipo de caracterización.

FIGURA 3.5

Número de accesiones totales y caracterizadas por región en la modalidad de conservación en jardines botánicos



La documentación se realiza ya sea en libros o en forma electrónica; no obstante, siendo ésta otra importante modalidad de la conservación *ex situ*, se requiere un sistema de documentación a nivel nacional.

3.8 Consideraciones generales

El total de accesiones resguardadas en las distintas modalidades de conservación *ex situ*, suman 276 945 (Cuadro 3.22). De las que 107 213 (39%) son resguardadas en la modalidad de conservación de semilla, pero sólo un poco más de la mitad de éstas se conservan en cuartos fríos. Es importante señalar que las accesiones en la modalidad de colección de trabajo, superan las resguardadas en los cuartos fríos. Asimismo, las accesiones pertenecientes a las especies que se reproducen asexualmente o producen semillas del tipo recalcitrante, para las que una forma de conservarse es plantaciones en campo, supera también en número a las resguardadas en cuartos fríos.

CUADRO 3.22

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

Modalidad de conservación	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Nacional
Colecciones de semilla cuartos fríos	2 487	1 232	6 638	44 264	324	54 945
Resto de Colecciones	12 259	512	3 617	35 031	849	52 268
Colecciones. de trabajo	11 963	23 759	18 586	14 389	1 234	69 931
Colecciones de campo	8 908	10 726	9 070	13 871	18 272	60 847
Colecciones <i>in vitro</i>	1 051	7 279	8 811	858	1 770	19 769
Colecciones en jardines botánicos	423	2 570	12 330	604	3 258	19 185
Total	37 091	46 078	59 052	109 017	25 707	276 945

Retomando la capacidad de conservación a nivel nacional en los cuartos fríos que asciende a 2 354 m³, de los que 1 273 m³ (54%) están siendo utilizados por las 54 945 accesiones resguardadas, resulta de importancia señalar que si los investigadores con accesiones ubicadas en el resto de colecciones de semilla y las colecciones de trabajo (que suman más de cien mil) decidieran resguardarlas en los cuartos fríos, resultaría insuficiente la capacidad de conservación instalada actualmente.



A nivel regional, es evidente que en el Sureste se resguarda el menor número de accesiones, siendo la modalidad de colecciones de campo la que ocupa el mayor número. Esto, como se ha señalado con anterioridad, se debe posiblemente a que en esa región existen varios géneros de importancia agrícola que producen semilla del tipo recalcitrante, que no pueden ser conservadas en cuartos fríos. Por otro lado, la mayor cantidad de colección de semilla se resguardan en la región Centro-Sur, que es donde se ubican los bancos de germoplasma de la UACH y del INIFAP.

Del total de accesiones (276 945), 112 979 (menos de 50%) corresponden a 15 géneros que representan cultivos originarios y de importancia agrícola en México y en el mundo (Cuadro 3.23). No obstante, los géneros *Zea*, *Phaseolus* y *Agave* concentra la mayor cantidad 53 700 (47%), 18 788 (17%) y 25 826 (23%), respectivamente. Para el resto de los géneros el número de accesiones es muy bajo, sobretodo para aquellos con menos de 500 accesiones, para las que sería recomendable apoyar la recolección y otras actividades de la conservación.

Especial atención merece el género *Ipomoea*, que ha sido domesticado en México y que es una fuente importante de carbohidratos a nivel mundial y cuyos principales productores son China, Uganda y Nigeria (Preciado y Ríos, 2004). En la misma situación se pueden citar los géneros *Vanilla*, el principal saborizante en la confitería a nivel mundial, *Psidium* y *Anana*. Una interrogante que habrá que responder es ¿a qué se debe el bajo número de accesiones de estos géneros?, las respuestas pueden ser diversas. No obstante, desde el punto de vista de recursos fitogenéticos, estos géneros deben ser incluidos en un programa de apoyo para la recolección, caracterización y estudios de potenciación a nivel nacional.

CUADRO 3.23

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

Género	Colección de semilla	Colección de trabajo	Colección de campo	Colección <i>in vitro</i>	Jardines botánicos	Nacional
<i>Zea</i>	17 673 (10 755)*	19 584	5 688	-	-	53 700
<i>Phaseolus</i>	718 (13 084)	4 986	-	-	-	18 788
<i>Lycopersicum</i>	670 (321)	286	48	-	-	1 325
<i>Capsicum</i>	4 039 (1 707)	963	90	80	-	6 879
<i>Persea</i>	-	-	1 011	7	17	1 035
<i>Cucúrbita</i>	966 (85)	-	-	-	-	1 051
<i>Carica</i>	-	-	89	159	-	248
<i>Anana</i>	-	-	69	-	-	69
<i>Gossypium</i>	(300)	-	-	-	-	300
<i>Theobroma</i>	-	-	264	-	1	265
<i>Vanilla</i>	-	-	21	-	-	21
<i>Ipomoea</i>	3	-	1	-	-	4
<i>Opuntia</i>	-	116	1 903	31	1252	3 302
<i>Psidium</i>	-	1	106	52	7	166
<i>Agave</i>	1	16 062	3 079	6 684	-	25 826
Total						112 979

Géneros retomados de Preciado y Ríos (2004).

* Los valores entre paréntesis representan el número de accesiones que no están resguardadas en cuartos fríos.

Es importante señalar que los géneros incluidos en el Cuadro 3.23, corresponden a una lista muy reducida, pues son aquellos que representan especies que figuran en las estadísticas a nivel mundial. Una lista más amplia de especies nativas y comestibles de México, se puede obtener consultando a Hernández X., E. 1998. Aspectos de la domesticación de plantas en México: una apreciación personal. In: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps). Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución. UNAM-Itto. Biología. México, D. F. pp: 715-738; y a León, J. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales. IICA. San José, Costa Rica. Pp: 35-40, entre otros. De tal forma, que con los cuadros del anexo correspondientes a este capítulo, el lector podrá obtener información más específica referente a los géneros de su interés.

En el ámbito mundial, la FAO (1996) señala que la alimentación humana depende fuertemente de 34 cultivos, pertenecientes a los géneros listados en el Cuadro 3.24, para los que se presentan el número de accesiones reportado para cada una de las técnicas de conservación y el total a nivel nacional. Resulta evidente la ausencia de accesiones en nueve géneros, entre los que destacan *Beta*, *Daucus* y *Lens*, cultivados en nuestro país. Asimismo, el reducido número

de accesiones en varios géneros originarios o domesticados en México, como *Ipomoea* y *Dioscorea*. Para este último las accesiones reportadas pertenecen a camote de cerro (*Dioscorea remotiflora*) y no a Ñame (*Dioscorea* spp) que es la de interés mundial.

Destaca el elevado número de accesiones para los géneros *Zea* y *Phaseolus*, originarios de México y de importancia alimenticia en el ámbito mundial.

CUADRO 3.24

Número de accesiones que representan los géneros de cultivos definidos por la FAO de importancia alimenticia en el ámbito mundial

Género	Colección de semilla	Colección de trabajo	Colección de campo	Colección <i>in vitro</i>	Jardines botánicos	Nacional
<i>Artocarpus</i>	200	-	-	-	-	200
<i>Asparagus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Avena</i>	1 021	100	-	-	-	1 121
<i>Beta</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Brassica</i>	100	40	14	-	-	154
<i>Cajanus</i>	3	-	2	-	1	6
<i>Cicer</i>	10	20	-	-	-	30
<i>Citrus</i>	10	445	11 016	217	56	11 744
<i>Cocos</i>	27	11	3 059	-	5	3 102
<i>Colocasia</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Daucus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Dioscorea</i>	-	-	121	-	-	121
<i>Eleusine</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Fragaria</i>	-	72	-	-	-	72
<i>Helianthus</i>	251	1 061	-	-	-	1 312
<i>Hordeum</i>	1 000	3 255	-	-	-	4 255
<i>Ipomoea</i>	3	-	1	6	-	10
<i>Lathyrus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Lens</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Malus</i>	-	-	5 305	-	-	5 305
<i>Manihot</i>	-	-	507	-	-	507
<i>Musa</i>	-	-	549	60	31	640
<i>Oryza</i>	2 198	321	-	-	-	2 519
<i>Pennisetum</i>	-	116	3	-	-	119
<i>Phaseolus</i>	13 802	4 986	663	113	-	19 564
<i>Pisum</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Secale</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Solanum</i>	542	1 563	1 911	603	-	4 619
<i>Sorghum</i>	2 005	2 476	702	-	-	5 183
<i>Triticosecale</i>	-	500	-	-	-	500
<i>Triticum</i>	4 665	9 779	150	-	-	14 594
<i>Vicia</i>	12	378	-	-	-	390
<i>Vigna</i>	65	304	129	-	-	498
<i>Zea</i>	28 428	19 584	5 688	-	-	53 700

3.9 Conclusiones y recomendaciones generales

Aún considerando la falta de precisión que pudo haber ocurrido en el levantamiento y captura de información utilizada para elaborar la escritura del presente Capítulo, resulta indiscutible que existe mucho trabajo relacionado con el manejo de germoplasma vegetal de forma *ex situ*, para el cual se pueden derivar las siguientes conclusiones y recomendaciones:



3.9.1 Conclusiones

- En la estrategia de conservación *ex situ* se utilizan las técnicas de cuartos fríos, colecciones del fitomejorador, colecciones de campo, colecciones *in vitro* y jardines botánicos para resguardar el germoplasma vegetal, pero se trabaja de manera desarticulada.
- Existen 22 cuartos fríos a nivel nacional, sumando un volumen total de 2 354 m³, de los que 1 273 m³ (54%) están siendo utilizados para el resguardo de 54 945 accesiones. No obstante, la mayoría de esos cuartos fríos, sólo reúnen las características para conservación de germoplasma a corto plazo o de colecciones activas. Asimismo, esa capacidad resultaría insuficiente si los investigadores con colecciones de trabajo solicitarán el resguardo de una replica de su germoplasma en dichos cuartos fríos.
- Más de cien mil accesiones en colecciones de semilla se encuentra bajo el resguardo de los investigadores (colecciones de trabajo), quienes en la mayoría de los casos no disponen de almacén con condiciones controladas para el mantenimiento del germoplasma a corto plazo (diez años) y por tanto corren el riesgo de perderse.
- Se reportaron 60 847 accesiones en colecciones de campo, resguardadas fundamentalmente en 33 *Arboretums* y 73 Huertos de Frutales. En esta técnica se resguardan alrededor de 390 géneros, pero varios cuentan con un número muy reducido de ejemplares y otros no están directamente relacionados con la alimentación humana.
- En la técnica *in vitro* se conservan 19 769 accesiones, de las cuales el 80% corresponden a cuatro géneros que no están directamente relacionados con la alimentación humana.
- En las distintas modalidades de conservación abordadas en este capítulo, las accesiones están concentradas en un número muy reducido de géneros, teniendo muchos originarios de México y de importancia como cultivo en el país y en el ámbito mundial con un reducido número de accesiones.
- En general, alrededor del 50% del germoplasma resguardado en las diferentes técnicas de conservación *ex situ* ha sido caracterizado, pero la información obtenida no permite indicar el tipo o nivel de caracterización.
- En todas las modalidades de conservación se cuenta con documentación del germoplasma ya sea en libros, en forma electrónica o en ambos. Los programas de cómputo utilizados son Access, Excel, Word, Biotica, etc., con capacidad suficiente para generar una base de datos domestica.

3.9.2 Recomendaciones

- Implementar una red de conservación *ex situ* del germoplasma vegetal que permita articular y planear las actividades de recolección, conservación, manejo, caracterización y utilización a nivel nacional.
- Apoyar el mantenimiento y mejoramiento de al menos un cuarto frío por región para resguardar colecciones activas (corto plazo) y uno central para colección base (largo plazo), considerando criterios como número de géneros resguardados, representatividad de la diversidad, disponibilidad de espacio, interés de la institución, entre otros.
- Implementar Acuerdos de Transferencia de Materiales o reglamentos para la operación de los cuartos fríos que sean apoyados e incentivar a los investigadores que mantienen colecciones de trabajo a que resguarden una replica de sus accesiones en esos cuartos fríos.
- Incorporar a la red de conservación *ex situ* las colecciones de campo (bancos de campo) ya sea *arboretums* o huertos de frutales bajo criterios como: especies que produzcan semilla recalcitrante o de reproducción asexual, de importancia económica y social, bancos que resguarden la diversidad de los géneros en cuestión, ubicación geográfica e interés de la institución para incorporar su banco a la red.
- Incorporar a la red de conservación *ex situ* los laboratorios que utilicen la técnica de conservación *in vitro* en géneros relacionados con la alimentación agrícola, que apoye a la conservación de géneros resguardados en colecciones de campo, que utilice o genere protocolos de crecimiento retardado, que se estudie y generen protocolos de crioconservación (conservación a largo plazo), entre otros.
- Realizar un análisis detallado para definir que géneros y especies serán consideradas en términos de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de México. Considerando para esto la importancia económica, social, potencial presente y futuro, utilización regional, etc. El presente documento aporta información importante, pero es necesario considerar otros elementos que pueden consultarse en algunas referencias señalas en éste Capítulo.
- Establecer protocolos generales para la caracterización, que independientemente de los fines que se persigan, proporcionen información básica de parámetros generales para todas las accesiones conservadas a mediano y largo plazo.
- Instalar un sistema de documentación de las accesiones resguardadas en las diferentes técnicas de conservación

(cuartos fríos, colecciones de campo, *in vitro*, etc.) y que permita un manejo eficiente de las actividades de funcionamiento, recolección planificada, conservación y utilización a nivel nacional e internacional. Para ello sería conveniente explorar la posibilidad de hacer uso del GRIN (usado en USA), el que recientemente generó FAO, o algún otro con una capacidad y funcionalidad similar.

- Finalmente, considerando todo el trabajo que se ha desarrollado en México en recursos fitogenéticos, resulta improrrogable la consolidación del sistema nacional de recursos fitogenéticos y la elaboración y puesta en marcha de un plan nacional en la materia.

Literatura consultada

Collins W. W. and Hawtin G. C. 1999. Conserving and using crop plant biodiversity in agroecosystems. In: Collins W. W. and Qualset C. O. (eds.) Biodiversity in Agroecosystems. CRC Press. USA. Pp: 267-282.

FAO. 1996. Plan de acción mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y la Declaración de Leipzig. Documento electrónico.

IPGRI. 1994. Conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos. Anexo 7, Normas para bancos de genes. pp: 1-14.

Preciado O., R. E. y S. A. Ríos (eds.). 2004. Memorias del Simposium Aportaciones de la Genotecnia a la Agricultura. Sociedad Mexicana de Fitogenética, Chapingo, Edo. de México. 159 p.

Scarascia-Mugnozza G. T. and Perrin P. 2000. The history of *ex situ* conservation and use of plant genetic resources. In: Engels J. M. M., Ramanatha Rao V., Brown A. H. D. and Jackson M. T. Managing Plant Genetic Diversity. pp: 1-22.



CUADRO A.3.1

Capacidad de conservación de germoplasma por cuarto frío a nivel regional

Región	Institución	Vol. m3	Vol. utilizado (%)	Temp °C	HR (%)	Generador. auxiliar	Equipo
Centro	INIFAP, Celaya	174	30	5	55	NO	Balanza, sellador, germinadora
Centro	U. de Guanajuato	40	10	4	20	SI	Estufa, determinador de humedad, balanza, contador de semilla, germinadora
Centro	U. de Guadalajara, CUCBA	80	30	4	30	NO	Desgranadora, determinador de humedad, balanza
Centro-Sur	UACh	120	60	-18	13	SI	Determinador de humedad, germinadora, estufa
Centro-Sur	INIFAP, Valle de México	202	70	0	0	NO	Determinar de humedad, balanza, germinadora. Sellador
Centro-Sur	C.P., Montecillo	130	5	5	0	NO	Balanza, determinador de humedad
Centro-Sur	ICAMEX, Toluca	57	30	-5			
Centro-Sur	INIFAP, Valles Centrales, Oax.	20	75	5	25	NO	Balanza, germinadora, tratadora de semilla
Centro-Sur	INIFAP, Zacatepec, Mor.	50	50	4	70	NO	Estufa, determinador de humedad
Centro-Sur	UACh, Valles Centrales, Oax	25	10	7	0	NO	Determinador de humedad, balanza
Noreste	INIFAP, Campana Madero, Chihuahua	15	35	0	0	NO	Balanza, germinadora
Noreste	UAAAN	48	35	2	0	NO	Estufa
Noreste	UAAAN	50	10	5	45	NO	Balanza, determinador de humedad
Noreste	UAAAN	800	50	0	0	NO	Balanza, determinador de humedad
Noreste	UANL	115	100	5	15	NO	Balanza, determinador de humedad, germinadora
Noreste	UANL	30	5	7	10	NO	Germinadora
Noreste	INIFAP, Río Bravo	200	100	7	24	NO	Homogeneizador, determinador de humedad, balanza y germinadora
Noroeste	INIFAP, Valle del Yaqui, Sonora	50	75	14			Determinador de humedad, balanza
Noroeste	Comisión Nacional Forestal, Hermosillo, Sonora	16	50	11			Germinadora, determinador de humedad, balanza, estufa, limpiador de semilla
Sureste	Univ. Juárez, Tab.	20	100	4	0	NO	Balanza, determinador de humedad
Sureste	INIFAP, Edzna, Camp.	100	100	8	40	NO	Equipo de beneficio, balanza, determinador de humedad
Sureste	CICY, Yucatán	12	50	5	0	SI	Germinadora, determinador de humedad

CUADRO A.3.2

Géneros, número de accesiones conservadas por cuarto frío y a nivel regional

Región	Institución	No. Inv.	Géneros y especies	Número de Accesiones	Caracterizado	Renovar (%)	Duplicado
Centro	INIFAP, Celaya	4	<i>Capsicum</i> (13); <i>Cucurbita</i> (19); <i>Lycopersicum</i> (4); <i>Pachyrhizus</i> (5); <i>Phaseolus</i> (1); <i>Zea</i> (1)	3716; 816; 129; 51; 200; 1 504	80; 100; 95; 100; 0; 0	0	NO
Centro	U. de Guanajuato	1	<i>Agave</i> (1)	1	100		NO
Centro	U. de Guadalajara	2	<i>Phaseolus</i> (16); <i>Zea</i> (1)	117; 101	0 ambos	0	NO
Centro-Sur	UACh		238(352)	18 345			
Centro-Sur	INIFAP, Valle de México	1	<i>Amaranthus</i> (1); <i>Sorghum</i> (1); <i>Triticum</i> (1); <i>Zea</i> (3)	300; 3 000; 350; 13 000	100; 60; 50; 80		NO
Centro-Sur	CP, Montecillo	1	<i>Amaranthus</i> (1); <i>Lycopersicum</i> (1); <i>Zea</i> (1)	200; 280; 67	50; 50; 100		NO
Centro-Sur	ICAMEX, Toluca		5(13)	4 465	50		NO
Centro-Sur	INIFAP, Valles Centrales	1	<i>Cucurbita</i> (1); <i>Vigna</i> (1); <i>Zea</i> (2)	150; 3; 1 252	50; 0; 80		NO
Centro-Sur	INIFAP, Zacatepec	1	<i>Lycopersicum</i> (2); <i>Oryza</i> (3); <i>Zea</i> (1)	231; 2 063; 115	100; 100; 25		NO
Centro-Sur	UACh, Valles Centrales	1	<i>Capsicum</i> (2); <i>Lycopersicum</i> (2); <i>Physalis</i> (2); <i>Zea</i> (2)	304; 20; 20; 102	0; 0; 0; 100		NO
Noreste	INIFAP, Campana Madero	1	<i>Pinus</i> (1)	167	100	100	NO
Noreste	UAAAN	1	<i>Pinus</i> (1)	100	0	0	NO
Noreste	UAAAN	1	<i>Zea</i> (1)	908	30	0	NO
Noreste	UAAAN	1	<i>Zea</i> (1)	200	50	0	NO
Noreste	UANL	1	<i>Avena</i> (1)	352	100	50	NO
Noreste	UANL	1	<i>Phaseolus</i> (2); <i>Zea</i> (1)	400; 300	50; 50	100	NO
Noreste	INIFAP, Río Bravo	1	<i>Helianthus</i> (1); <i>Phaseolus</i> (1); <i>Sorghum</i> (1); <i>Triticum</i> (1); <i>Zea</i> (1)	1; 1; 34; 3; 21	100 todos	100	NO
Noroeste	INIFAP, Valle del Yaki	1	<i>Zea</i> (1)	100	0	0	NO
Noroeste	Comisión Nacional Forestal, Hermosillo	1	22(27)	1 132	100	100	CONAFOR Hermosillo
Sureste	Univ. Juárez, Tab.	1	<i>Capsicum</i> (1); <i>Lycopersicum</i> (1)	19; 10	100 ambas		NO
Sureste	INIFAP, Edzna, Camp.	1	<i>Oryza</i> (1)	65	100		SI (Morelos)
Sureste	CICY, Yucatán	1	73 Géneros (1 a 5 spp/ genero)	136 (1 a 10 accesiones/especie)	100 todo		NO

CUADRO A.3.3

Géneros y número de accesiones conservadas por región en resto de colecciones de semillas

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Acacia</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Acanthocereus</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Agave</i>	36	5	24	350	-	415
<i>Allium</i>	36	-	-	14	-	50
<i>Amaranthus</i>	7	-	-	-	-	7



Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Arachis</i>	-	-	-	350	-	350
<i>Artocarpus</i>	-	-	-	200	-	200
<i>Astrophytum</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Atriplex</i>	7	-	-	-	-	7
<i>Avena</i>	1 000	6	-	15	-	1 021
<i>Averrhoa</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Baccharis</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Bauhinia</i>	-	1	1	-	-	2
<i>Bouteloua</i>	34	-	-	-	-	34
<i>Brassica</i>	-	100	-	-	-	100
<i>Brongniartia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Brosimum</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Buchloe</i>	30	-	-	-	-	30
<i>Buddleja</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Bursera</i>	-	-	7	-	-	7
<i>Caesalpinia</i>	-	2	-	-	-	2
<i>Cajanus</i>	-	-	-	2	1	3
<i>Calliandra</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Calycophyllum</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Camarostaphylis</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Canavalia</i>	-	1	-	10	2	13
<i>Capsicum</i>	745	-	1	624	337	1 707
<i>Carica</i>	-	-	-	-	60	60
<i>Carpinus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Carya</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Casimiroa</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Ceanothus</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Cedrela</i>	-	2	2	-	-	4
<i>Ceiba</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Celtis</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Cenchrus</i>	70	-	-	-	-	70
<i>Cephalocereus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Chenopodium</i>	-	-	-	70	-	70
<i>Ciba</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Cicer</i>	-	-	10	-	-	10
<i>Citrus</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Clethra</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Clitoria</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Cocos</i>	-	-	-	-	27	27
<i>Colubrina</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Combretum</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Condalia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Conzattia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Cordia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Coryphantha</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Cosmos</i>	-	-	-	4	-	4
<i>Cowania</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Crataegus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Crataeva</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Crescentia</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Crotalaria</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Cucurbita</i>	-	-	-	82	3	85

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Cupressus</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Cyamopsis</i>	-	2	-	-	-	2
<i>Dalia</i>	-	-	-	70	-	70
<i>Dalea</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Desmodium</i>	-	-	1	80	-	81
<i>Diphysa</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Dodonaea</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Ebenopsis</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Echinocactus</i>	-	-	4	-	-	4
<i>Ehretia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Elymus</i>	33	-	-	-	-	33
<i>Enterolobium</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Ephyllum</i>	-	-	-	30	-	30
<i>Erythrina</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Euphorbia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Euphorbia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Eysenhardtia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Ferocactus</i>	-	-	4	40	-	44
<i>Festuca</i>	33	-	-	-	-	33
<i>Picus</i>	-	-	1	1	-	2
<i>Forestiera</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Fouquieria</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Fraxinus</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Glycine</i>	-	-	-	120	-	120
<i>Gossypium</i>	-	-	-	300	-	300
<i>Gouania</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Helianthus</i>	240	7	-	4	-	251
<i>Heliocarpus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Hibiscus</i>	-	-	10	120	-	130
<i>Hilaria</i>	33	-	-	-	-	33
<i>Hordeum</i>	-	-	-	1 000	-	1 000
<i>Hyptis</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Ipomoea</i>	-	1	2	-	-	3
<i>Jacquinia</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Jatropha</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Juglans</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Juniperus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Karwinskia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Kochia</i>	-	-	-	40	-	40
<i>Krugiodendron</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Lantana</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Larrea</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Leptochloa</i>	34	-	-	-	-	34
<i>Leucaena</i>	-	-	3	20	-	23
<i>Lippia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Lonchocarpus</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Lotus</i>	-	-	-	50	-	50
<i>Lupinus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Lycopersicum</i>	-	-	294	20	7	321
<i>Lysiloma</i>	-	1	4	-	-	5
<i>Macroptilium</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Macrotyloma</i>	-	-	-	100	-	100



Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Mammillaria</i>	-	-	1	80	-	81
<i>Medicago</i>	-	-	-	48	-	48
<i>Mimosa</i>	-	-	9	-	-	9
<i>Mirabilis</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Morus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Mucuna</i>	-	-	-	5	-	5
<i>Myrtillocactus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Neobuxbaumia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Neopringlea</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Nolina</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Nyctocereus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Olneya</i>	-	2	-	-	-	2
<i>Opuntia</i>	-	-	-	4	-	4
<i>Oryza</i>	-	-	-	70	-	70
<i>Ostrya</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Parkinsonia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Phaseolus</i>	629	-	200	11 854	401	13 084
<i>Physalis</i>	-	7	514	515	-	1 036
<i>Pinus</i>	1	-	8	-	-	9
<i>Pistacia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Pithecellobium</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Platanus</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Plumeria</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Populus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Prosopis</i>	-	5	24	-	-	29
<i>Prunus</i>	-	-	784	3	-	787
<i>Ptelea</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Punica</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Pyrus</i>	-	-	-	8 396	-	8 396
<i>Quercus</i>	-	-	13	-	-	13
<i>Randia</i>	-	2	2	-	-	4
<i>Rhamnus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Rhus</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Rhynchosia</i>	-	2	-	60	-	62
<i>Salix</i>	-	-	4	-	-	4
<i>Salvia</i>	-	-	17	-	-	17
<i>Sapindus</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Satureja</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Schinus</i>	-	3	-	-	-	3
<i>Selenicereus</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Senecio</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Senna</i>	-	1	5	-	-	6
<i>Sesamum</i>	-	-	-	715	-	715
<i>Setaria</i>	33	-	-	-	-	33
<i>Solanum</i>	540	-	2	-	-	542
<i>Sorghum</i>	5	-	-	2 000	-	2 005
<i>Stenocactus</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Strombocactus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Tabebuia</i>	-	6	-	-	-	6
<i>Taxodium</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Tecoma</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Terminalia</i>	-	1	-	-	-	1

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Thevetia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Trichilia</i>	-	1	1	-	-	2
<i>Triticosecale</i>	500	-	-	-	-	500
<i>Triticum</i>	1 100	300	-	3 265	-	4 665
<i>Vallesia</i>	-	-	1	-	-	1
Varios	-	-	-	2 168	-	2 168
<i>Verbesina</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Vernonia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Vicia</i>	12	-	-	-	-	12
<i>Vigna</i>	-	54	-	-	-	65
<i>Yucca</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Zaluzania</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Zanthoxylum</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Zea</i>	7 101	-	1 553	2 092	9	10 755
<i>Zuelania</i>	-	-	1	-	-	1
TOTAL	12 259	521	3 617	35 031	849	52 277

CUADRO A.3.4

Géneros y número de accesiones conservadas por región en colecciones de trabajo

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Acrocomia</i>	-	1	-	-	10	11
<i>Agave</i>	-	16 000	61	-	1	16 062
<i>Allium</i>	-	-	16	-	-	16
<i>Amaranthus</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Ananas</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Annona</i>	-	-	40	3	1	44
<i>Arachis</i>	-	-	-	350	-	350
<i>Ariocarpus</i>	-	-	10	-	-	10
<i>Avena</i>	-	-	100	-	-	100
<i>Bouteloua</i>	-	-	512	-	-	512
<i>Brachiaria</i>	-	-	-	-	24	24
<i>Brassica</i>	22	-	18	-	-	40
<i>Canavalia</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Capsicum</i>	510	-	185	198	70	963
<i>Carthamus</i>	-	970	-	-	-	970
<i>Centrosema</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Chenopodium</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Cicer</i>	-	20	-	-	-	20
<i>Citrus</i>	-	-	46	4	395	445
<i>Cocus</i>	-	-	-	1	10	11
<i>Coffea</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Crotalaria</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Cucumis</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Cucurbita</i>	-	-	-	813	-	813
<i>Cynodon</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Delea</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Diospyros</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Ephitelantha</i>	-	-	10	-	-	10
<i>Ephyllum</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Eryobotria</i>	-	-	-	5	-	5



Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Fragaria</i>	-	-	72	-	-	72
<i>Gladiolus</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Glycine</i>	-	-	14	-	-	14
<i>Glycine</i>	-	-	-	301	-	301
<i>Glycine</i>	1 200	700	-	-	-	1 900
<i>Helianthus</i>	15	-	1	1 045	-	1 061
<i>Hevea</i>	-	-	-	-	300	300
<i>Hibiscus</i>	-	-	3	30	-	33
<i>Hordeum</i>	-	1 000	2 155	100	-	3 255
<i>Hylocereus</i>	-	-	150	-	1	151
<i>Hymenachne</i>	-	-	90	-	-	90
<i>Kochia</i>	-	2	-	20	-	22
<i>Lycopersicum</i>	-	-	5	280	1	286
<i>Macadamia</i>	-	-	-	4	-	4
<i>Mammillaria</i>	-	-	12	60	-	72
<i>Mangifera</i>	-	-	32	-	-	32
<i>Medicago</i>	-	-	-	40	-	40
<i>Ninguno</i>	-	-	-	-	270	270
<i>Opuntia</i>	-	-	36	80	-	116
<i>Oryza</i>	-	-	11	245	65	321
<i>Pachyrhizus</i>	-	-	20	-	-	20
<i>Panicum</i>	-	-	-	-	8	8
<i>Pennisetum</i>	100	-	15	-	1	116
<i>Persea</i>	-	-	-	99	-	99
<i>Phaseolus</i>	914	600	2 596	876	-	4 986
<i>Physalis</i>	-	20	122	496	-	638
<i>Pinus</i>	-	-	30	-	-	30
<i>Polianthes</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Psidium</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Punica</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Rubís</i>	-	-	25	-	-	25
<i>Saccharum</i>	-	-	640	-	-	640
<i>Sesamum</i>	-	-	-	120	-	120
<i>Simmondsia</i>	-	100	-	-	-	100
<i>Solanum</i>	781	-	-	782	-	1 563
<i>Sorghum</i>	2 096	-	380	-	-	2 476
<i>Spondia</i>	-	25	-	3	-	28
<i>Strombocactus</i>	-	-	20	-	-	20
<i>Syzygium</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Tamarindus</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Triticale</i>	-	-	50	-	-	50
<i>Triticum</i>	200	3 260	5 959	360	-	9 779
<i>Vaccinium</i>	-	-	15	-	-	15
<i>Vicia</i>	-	-	-	378	-	378
<i>Vigna</i>	-	-	4	300	-	304
<i>Vitis</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Yucca</i>	-	160	-	-	-	160
<i>Zea</i>	6 125	901	5 121	7 366	71	19 584
TOTAL	11 963	23 759	18 586	14 389	1 234	69 931

CUADRO A.3.5

Géneros y número de accesiones conservadas por región en colecciones de campo

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-sur	Sureste	Total
<i>Acacia</i>	-	12	5	18	-	35
<i>Acalypha</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Acanthocereus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Hacer</i>	-	-	1	-	1	2
<i>Achatocarpus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Acineta</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Adiantum</i>	-	-	-	10	1	11
<i>Adromischus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Agastache</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Agave</i>	-	1 500	573	49	957	3 079
<i>Albizia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Allium</i>	-	-	-	3	1	4
<i>Aloe</i>	-	2	10	1	1	14
<i>Amaranthus</i>	-	-	-	20	1	21
<i>Amelanchier</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Ananas</i>	-	-	-	69	-	69
<i>Ancistrocactus</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Andropogon</i>	-	-	1	1	-	2
<i>Anisacanthus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Annona</i>	-	-	-	71	7	78
<i>Anthurium</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Aphelandra</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Arbutus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Arctostaphylos</i>	-	-	1	1	-	2
<i>Ariocarpus</i>	-	-	26	-	-	26
<i>Arisaema</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Arpophillum</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Asclepia</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Aster</i>	-	-	-	-	10	10
<i>Astrophytum</i>	-	-	12	22	-	34
<i>Atriplex</i>	-	-	-	5	-	5
<i>Atropa</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Aulonemia</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Averrhoa</i>	-	-	4	1	-	5
<i>Azadirachta</i>	-	-	-	150	1	151
<i>Aztekium</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Baccharis</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Barkeria</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Bauhinia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Beaucarnea</i>	-	-	-	102	1	103
<i>Begonia</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Bixa</i>	-	-	1	-	270	271
<i>Blechum</i>	-	-	-	-	5	5
<i>Bletia</i>	-	-	-	4	-	4
<i>Bomarea</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Boraginaceae</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Borago</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Bougainvillea</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Bouteloua</i>	15	-	-	-	1	16



Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-sur	Sureste	Total
<i>Bouvardia</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Brachiaria</i>	1	-	-	3	4	8
<i>Brahea</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Brassica</i>	-	-	14	-	-	14
<i>Bromelia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Brongniartia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Brosimum</i>	-	-	-	-	597	597
<i>Buchloe</i>	80	-	-	-	-	80
<i>Buddleja</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Bugambillea</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Bursera</i>	-	-	4	-	24	28
<i>Byrsonima</i>	-	-	-	-	229	229
<i>Caesalpinia</i>	-	-	-	-	11	11
<i>Cajanus</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Calceolaria</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Calendula</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Calibanus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Calliandra</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Calochortus</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Camarostaphylis</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Canavalia</i>	-	-	-	11	2	13
<i>Canna</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Capsicum</i>	-	6	-	3	81	90
<i>Carica</i>	-	39	-	-	50	89
<i>Carlowrightia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Carya</i>	137	-	-	-	-	137
<i>Cassia</i>	-	-	-	-	12	12
<i>Castilleja</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Catsetum</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Cattleya</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Cayaponia</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Cedrella</i>	-	-	1	1	1 495	1 497
<i>Ceiba</i>	-	-	-	2	1	3
<i>Celtis</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Cenchrus</i>	8	-	-	1	-	9
<i>Centrosema</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Cephalocereus</i>	-	-	3	21	-	24
<i>Ceratozamia</i>	-	-	21	-	8	29
<i>Chamaedorea</i>	-	-	-	921	3	924
<i>Chenopodium</i>	-	-	-	15	2	17
<i>Chlorella</i>	-	8	-	-	-	8
<i>Chrysanthemum</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Chusquea</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Cirsium</i>	-	-	-	-	8	8
<i>Citrus</i>	73	10 038	-	512	393	11 016
<i>Clitoria</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Clowesia</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Cnidocolus</i>	-	-	40	-	1	41
<i>Coccothrinax</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Cocus</i>	-	-	3 006	-	53	3 059
<i>Coffea</i>	5	-	1	1 329	37	1 372
<i>Colubrina</i>	-	-	1	-	-	1

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-sur	Sureste	Total
<i>Condalia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Conzattia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Cordia</i>	-	-	-	-	1 205	1 205
<i>Coriandrum</i>	-	-	-	1	1	2
<i>Coryphantha</i>	-	-	128	6	-	134
<i>Cosmos</i>	-	-	-	4	1	5
<i>Cotyledon</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Couepia</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Crasulacea</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Crataegus</i>	-	-	1	1	-	2
<i>Crusea</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Cucurbita</i>	-	-	13	-	18	31
<i>Cumarina</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Cuphea</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Cyamopsis</i>	-	3	-	-	-	3
<i>Cynodon</i>	8	-	-	3	-	11
<i>Cypripedium</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Cyrtocarpa</i>	-	5	-	-	-	5
<i>Cyrtopodium</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Dalia</i>	-	-	-	1 033	9	1 042
<i>Dasyllirion</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Desmanthus</i>	4	-	-	-	-	4
<i>Desmodium</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Dialium</i>	-	-	-	-	10	10
<i>Dichromanthus</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Digitaria</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Dioon</i>	-	-	-	13	-	13
<i>Dioscorea</i>	-	-	121	-	-	121
<i>Diospyros</i>	-	-	-	-	16	16
<i>Diphysa</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Dodonaea</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Dolichothele</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Dubleya</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Echeandia</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Echeveria</i>	-	-	43	1	-	44
<i>Echinocactus</i>	-	-	8	12	-	20
<i>Echinocereus</i>	-	-	55	3	-	58
<i>Echinofossolucactus</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Ehretia</i>	-	-	1	-	1	2
<i>Elleteria</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Encyclia</i>	-	-	-	173	7	180
<i>Enterolobium</i>	-	-	1	-	1	2
<i>Epidendrum</i>	-	-	-	16	-	16
<i>Epithelantha</i>	-	-	8	-	-	8
<i>Erycina</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Eryngium</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Erythrina</i>	-	-	1	1	-	2
<i>Escobaria</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Eucaliptus</i>	-	-	-	1	1	2
<i>Euchera</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Euchile</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Euphorbia</i>	-	-	3	-	-	3



Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-sur	Sureste	Total
<i>Exista</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Eysenhardtia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Faucaria</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Ferocactus</i>	-	-	22	35	-	57
<i>Picus</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Forestiera</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Fraxinus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Fucsia</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Gasteria</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Gentiana</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Geohintonia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Gladiolus</i>	15	-	-	-	-	15
<i>Gliricidia</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Glycine</i>	-	-	11	15	-	26
<i>Gmelina</i>	-	-	-	-	2 080	2 080
<i>Gobenia</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Godmania</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Gomphrena</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Gongora</i>	-	-	-	9	-	9
<i>Graptopetalum</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Guadua</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Guazuma</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Gymnocalicium</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Gyrocarpus</i>	-	-	-	-	15	15
<i>Haematoxylum</i>	-	-	-	-	28	28
<i>Hamatocactus</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Hechita</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Helechos</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Heliocarpus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Heterotheca</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Hevea</i>	-	-	-	300	-	300
<i>Hibiscus</i>	-	1	19	-	-	20
<i>Hilaria</i>	5	-	-	-	-	5
<i>Hylocereus</i>	-	-	5	370	47	422
<i>Hymenocallis</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Hyparrhenia</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Hypoxis</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Hyptis</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Ipomoea</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Isochilus</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Jacaratia</i>	-	-	-	-	15	15
<i>Jatropha</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Juglans</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Justicia</i>	-	-	1	-	1	2
<i>Kalanchoe</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Karwinskia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Laelia</i>	-	-	-	44	-	44
<i>Lantana</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Larrea</i>	-	12	-	-	-	12
<i>Lemboglossum</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Leochile</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Leucaena</i>	-	-	1	21	1	23



Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-sur	Sureste	Total
<i>Leuchtebergia</i>	-	-	1	1	-	2
<i>Lilium</i>	-	-	2	40	-	42
<i>Lippia</i>	-	-	1	1	2	4
<i>Litchi</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Litops</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Lobelia</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Lonchocarpus</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Lophophora</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Lotus</i>	-	-	-	17	-	17
<i>Lupinus</i>	-	-	-	7	-	7
<i>Lycaste</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Lycopersicum</i>	-	8	-	-	40	48
<i>Lysiloma</i>	-	-	-	-	300	300
<i>Macadamia</i>	-	-	-	30	-	30
<i>Malus</i>	-	5 300	-	5	-	5 305
<i>Mammillaria</i>	-	-	344	59	7	410
<i>Mammilloidya</i>	-	-	8	-	-	8
<i>Manfreda</i>	-	-	5	2	-	7
<i>Mangifera</i>	-	-	37	495	1	533
<i>Manilkara</i>	-	-	-	-	612	612
<i>Matricaria</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Maxillaria</i>	-	-	-	6	5	11
<i>Melocactus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Mentha</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Metopium</i>	-	-	-	-	15	15
<i>Milla</i>	-	-	1	1	-	2
<i>Milleria</i>	-	-	-	-	4	4
<i>Mimosa</i>	-	-	4	-	-	4
<i>Monstera</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Montanoa</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Mora</i>	-	-	-	-	10	10
<i>Mormodes</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Morus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Mucuna</i>	-	-	-	5	1	6
<i>Musa</i>	-	-	400	148	1	549
<i>Myrmecophyla</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Myrtillocactus</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Neobuxbaumia</i>	-	-	6	-	-	6
<i>Neolloydia</i>	-	-	15	-	-	15
<i>Nephrolepis</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Nidema</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Nolina</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Nothofagus</i>	-	-	-	-	15	15
<i>Notocactus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Obregonia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Ocimum</i>	-	7	-	1	2	10
<i>Odontoglossum</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Oenothera</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Olmecca</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Oncidium</i>	-	-	-	3	4	7
<i>Opuntia</i>	878	23	988	3	11	1 903
<i>Orchidacea</i>	-	-	-	1	-	1

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-sur	Sureste	Total
<i>Origanum</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Orthosanthus</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Otatea</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Oxalis</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Pachyphytum</i>	-	-	6	-	-	6
<i>Pachyrhizus</i>	-	-	20	-	-	20
<i>Palmeri</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Panicum</i>	-	-	-	3	1	4
<i>Parkinsonia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Parmentiera</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Passiflora</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Paulownia</i>	-	7	-	-	-	7
<i>Pelecyphora</i>	-	-	11	-	-	11
<i>Pellaea</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Peniocereus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Pennisetum</i>	1	-	-	2	-	3
<i>Peperonia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Pereskia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Perezia</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Persea</i>	-	-	680	331	-	1 011
<i>Petiveria</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Petroselinum</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Peyotl</i>	-	-	12	-	-	12
<i>Phaseolus</i>	195	3	-	362	107	667
<i>Phoenix</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Phyllanthus</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Physalis</i>	-	-	10	2	-	12
<i>Phytolacca</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Pinguicula</i>	-	-	2	2	-	4
<i>Pinus</i>	-	100	-	2	-	102
<i>Piper</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Pistacia</i>	49	-	1	-	-	50
<i>Pithecellobium</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Platanus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Platycerium</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Platymiscium</i>	-	-	-	-	300	300
<i>Plumeria</i>	-	-	-	1	1	2
<i>Polanisia</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Polianthes</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Pouteria</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Prosopis</i>	-	-	1	-	2	3
<i>Prostheachea</i>	-	-	-	25	-	25
<i>Prunus</i>	89	-	4 523	16	-	4 628
<i>Psidium</i>	-	-	104	1	1	106
<i>Ptelea</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Pueraria</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Punica</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Pyrus</i>	-	-	120	5	-	125
<i>Quercus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Randia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Rebutia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Restrepiella</i>	-	-	-	1	-	1

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-sur	Sureste	Total
<i>Rhipidocladum</i>	-	-	-	4	-	4
<i>Rhipsalys</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Rhus</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Rhyncholelia</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Ricinus</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Rosa</i>	-	-	-	1	2	3
<i>Rosmarinus</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Roystonea</i>	-	-	-	-	11	11
<i>Ruellia</i>	-	-	-	-	4	4
<i>Ruta</i>	-	-	-	32	2	34
<i>Rynchosstele</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Sabal</i>	-	-	-	-	16	16
<i>Saccharum</i>	-	-	-	1	10	11
<i>Salix</i>	-	-	-	1	1	2
<i>Salvia</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Sansevieria</i>	-	-	3	-	1	4
<i>Sanvitalia</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Schinus</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Sclerocactus</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Sechium</i>	-	-	-	70	-	70
<i>Sedum</i>	-	-	25	-	-	25
<i>Selaginella</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Selenicereus</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Senecio</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Senna</i>	-	-	4	-	2	6
<i>Sesamum</i>	-	-	-	715	-	715
<i>Sesbania</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Setaria</i>	5	-	-	-	-	5
<i>Setiechinopsis</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Simarouba</i>	-	-	-	-	300	300
<i>Simmondsia</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Sisyrinchium</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Sobralia</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Solanum</i>	31	-	1	1 879	-	1 911
<i>Sorghum</i>	700	2	-	-	-	702
<i>Spiranthes</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Spondia</i>	-	-	-	-	16	16
<i>Sprekelia</i>	-	-	-	501	-	501
<i>Stachys</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Stan</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Stanhopea</i>	-	-	-	5	-	5
<i>Stenocactus</i>	-	-	56	-	-	56
<i>Stenocereus</i>	-	26	8	4	-	38
<i>Stenorrhynchos</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Strombocactus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Swartzia</i>	-	-	-	-	301	301
<i>Swietenia</i>	-	-	-	-	25	25
<i>Swietenia</i>	-	-	-	1	4 281	4 282
<i>Syngonium</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Tabebuia</i>	-	-	-	-	862	862
<i>Tagetes</i>	-	-	-	4	3	7
<i>Talisia</i>	-	-	-	-	1	1



Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-sur	Sureste	Total
<i>Tamarindus</i>	-	-	-	-	14	14
<i>Taxodium</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Tecoma</i>	-	-	1	1	1	3
<i>Tectaria</i>	-	-	-	-	8	8
<i>Tectona</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Tectona</i>	-	-	-	-	2 080	2 080
<i>Thelocactus</i>	-	-	42	2	-	44
<i>Theobroma</i>	-	-	-	-	264	264
<i>Thevetia</i>	-	-	-	1	1	2
<i>Thrinax</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Thymus</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Tigridia</i>	-	-	-	5	-	5
<i>Tillandsia</i>	-	-	1	1	-	2
<i>Trichilia</i>	-	-	-	150	-	150
<i>Trichocentrum</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Triticum</i>	150	-	-	-	-	150
<i>Tropaeolum</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Tulipa</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Turbinicarpus</i>	-	-	66	-	-	66
<i>Turnera</i>	-	6	-	-	-	6
<i>Vanilla</i>	-	-	-	20	1	21
<i>Verbesina</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Vigna</i>	-	97	-	-	32	129
<i>Vinca</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Vitex</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Vitis</i>	-	34	10	-	-	44
<i>Wilcoxia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Yucca</i>	-	507	-	-	-	507
<i>Zamia</i>	-	-	-	6	4	10
<i>Zanthoxylum</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Zea</i>	270	12	10	5 067	329	5 688
<i>Zephyranthes</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Zingiber</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Zinia</i>	-	-	-	2	-	2
No especificado	-	17	2 496	29	399	2 941
TOTAL	2 719	17 776	14 297	15 656	18 178	68 626

Nota: Solo 60 847 accesiones corresponden a encuestas con ubicación más idónea a colecciones de campo.

CUADRO A.3.6

Géneros y número de accesiones conservadas por región en colecciones *in vitro*

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Acanthocereus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Acaulospora</i>	-	-	-	30	-	30
<i>Acineta</i>	-	-	-	5	-	5
<i>Agave</i>	194	6 011	478	1	-	6 684
<i>Allium</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Arabidopsis</i>	-	-	8 000	4	-	8 004
<i>Ardisia</i>	-	-	-	-	100	100
<i>Arpophilum</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Arum</i>	-	-	-	1	-	1



Género	Noreste	Noroeste	CENTRO	Centro-Sur	Sureste	TOTAL
<i>Astrocaryum</i>	-	-	2	-	15	17
<i>Capsicum</i>	-	-	-	15	65	80
<i>Carica</i>	-	139	20	-	-	159
<i>Catsetum</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Cephalocereus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Citrus</i>	-	-	217	-	-	217
<i>Coryphantha</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Crisantemos</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Cuphea</i>	-	-	-	25	-	25
<i>Distichlio</i>	-	2	-	-	-	2
<i>Echinocactus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Encyclia</i>	500	-	-	15	-	515
<i>Euchile</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Ferocactus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Galphimia</i>	-	-	-	8	-	8
<i>Gigaspora</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Glomus</i>	-	-	-	55	-	55
<i>Glycine</i>	108	-	-	-	-	108
<i>Gobenia</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Hordeum</i>	-	2	-	-	-	2
<i>Ipomoea</i>	-	-	-	6	-	6
<i>Isochilus</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Laelia</i>	-	-	-	20	-	20
<i>Leochile</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Lophophora</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Mangifera</i>	56	-	-	-	-	56
<i>Mimosa</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Musa</i>	-	-	40	-	20	60
<i>Myrmecophyla</i>	-	-	-	-	500	500
<i>Oncidium</i>	-	1 000	-	-	-	1 000
<i>Opuntia</i>	-	-	31	-	-	31
<i>Oryza</i>	-	-	-	2	-	2
<i>Parathesis</i>	-	-	-	-	50	50
<i>Paulownia</i>	-	4	-	-	-	4
<i>Pelecypora</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Persea</i>	-	-	7	-	-	7
<i>Phaseolus</i>	112	-	1	-	-	113
<i>Prosteachea</i>	-	-	-	20	-	20
<i>Psidium</i>	52	-	-	-	-	52
<i>Ryncholalelia</i>	-	-	-	-	1 000	1 000
<i>Rynchostele</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Scutellospora</i>	-	-	-	10	-	10
<i>Sechium</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Sesamun</i>	-	-	-	15	-	15
<i>Sobralia</i>	-	-	-	3	-	3
<i>Solanum</i>	29	-	-	574	-	603
<i>Spatifilium</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Stanhopea</i>	-	-	-	5	-	5
<i>Syngonium</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Xanthosoma</i>	-	-	-	-	20	20
<i>Yucca</i>	-	121	-	-	-	121
TOTAL	1 051	7 279	8 811	858	1 770	19 769

CUADRO A.3.7

Géneros y número de accesiones conservadas por región en jardines botánicos

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Acacia</i>	1 200	-	-	1	20	1 221
<i>Acanthocereus</i>	-	-	20	-	6	26
<i>Acrocomia</i>	-	-	-	-	17	17
<i>Agave</i>	1	31	66	-	24	123
<i>Allium</i>	-	-	-	-	6	6
<i>Aloe</i>	-	-	4	-	4	8
<i>Alpinia</i>	-	-	-	-	30	30
<i>Anacardium</i>	-	-	-	-	15	15
<i>Anisacanthus</i>	-	-	-	-	9	9
<i>Annona</i>	-	-	-	-	46	46
<i>Aporocactus</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Ariocarpus</i>	-	-	63	-	-	63
<i>Asclepia</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Astrocaryum</i>	5	-	300	-	1	306
<i>Averrhoa</i>	-	-	-	-	5	5
<i>Baccharis</i>	-	-	-	5	-	5
<i>Backebergia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Bambusa</i>	-	2	1	-	-	3
<i>Bauhinia</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Beaucarnea</i>	-	-	4	-	-	4
<i>Begonia</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Bernardia</i>	-	60	-	-	-	60
<i>Bixa</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Bougainvillea</i>	-	-	5	1	6	12
<i>Bouteloua</i>	-	10	120	-	1	131
<i>Brassaia</i>	-	-	5	5	-	10
<i>Bromelia</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Brosimum</i>	-	-	-	-	3	3
<i>Brugmansia</i>	-	-	-	-	3	3
<i>Bucida</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Bursera</i>	-	-	7	-	2	9
<i>Byrsonima</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Cactus</i>	-	-	-	-	10	10
<i>Caesalpinia</i>	-	10	-	-	2	12
<i>Cajanus</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Calathea</i>	-	-	5	-	1	6
<i>Capsicum</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Carica</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Camegia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Casimiroa</i>	-	-	5	1	1	7
<i>Casuarina</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Catharanthus</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Cecropia</i>	-	-	-	-	6	6
<i>Cedrella</i>	-	-	-	-	9	9
<i>Ceiba</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Celtis</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Cephalocereus</i>	-	-	10	-	-	10
<i>Cercidium</i>	1	-	-	-	-	1
<i>Cestrum</i>	-	-	-	-	1	1

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Chamaedora</i>	-	-	-	-	3	3
<i>Chenopodium</i>	-	-	-	-	4	4
<i>Chiranthodendron</i>	-	-	-	-	3	3
<i>Chrysanthemum</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Chrysophyllum</i>	-	-	-	-	10	10
<i>Chysobalanus</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Cinnamomum</i>	-	-	-	-	3	3
<i>Citrus</i>	42	-	10	-	4	56
<i>Clorophytum</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Cnidocolus</i>	-	-	6	-	1	7
<i>Coccothrinax</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Cochemiea</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Cochlospermum</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Cocus</i>	-	-	-	-	5	5
<i>Coffea</i>	-	-	-	30	1	31
<i>Colubrina</i>	-	-	-	-	1	1
<i>conzolea</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Copiapoa</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Cordia</i>	1	-	-	-	2; 1	1
<i>Coriandrum</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Coryphantha</i>	-	2	168	-	-	170
<i>Cosmos</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Costus</i>	-	-	-	-	30	30
<i>Crassula</i>	-	-	12	-	-	12
<i>Crataegus</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Crataeva</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Crescentia</i>	-	-	-	-	3	3
<i>Crysanthemum</i>	-	-	7	-	-	7
<i>Cupania</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Cupressus</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Cydonia</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Dalea</i>	-	10	-	-	-	10
<i>Dasyllirion</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Delosperma</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Diospyros</i>	-	15	-	-	-	15
<i>Dodonaea</i>	-	-	6	-	-	6
<i>Dolichothele</i>	-	-	200	-	-	200
<i>Dorstenia</i>	-	-	-	-	3	3
<i>Dracaena</i>	-	2	7	-	-	9
<i>Echeveria</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Echinocactus</i>	22	3	539	-	-	564
<i>Encyclia</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Enterolobium</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Ephyllum</i>	-	-	4	-	-	4
<i>Epidendrum</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Epithelantha</i>	-	-	200	-	-	200
<i>Eryobotria</i>	-	-	5	1	-	6
<i>Erytrina</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Escontria</i>	-	-	6	-	-	6
<i>Eucaliptus</i>	-	-	1	1	1	3
<i>Euonymus</i>	-	-	10	-	-	10
<i>Euphorbia</i>	-	10	6	1	-	17



Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Euryops</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Eysenhardtia</i>	-	100	-	-	-	100
<i>Ferocactus</i>	-	-	1 105	1	-	1106
<i>Picus</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Flourensia</i>	-	10	-	-	-	10
<i>Foeniculum</i>	-	-	-	-	3	3
<i>Fraxinus</i>	-	-	5	1	-	6
<i>Gmelina</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Gossypium</i>	-	-	-	100	-	100
<i>Guazuma</i>	-	-	-	-	4	4
<i>Gymnocalycium</i>	-	-	10	-	-	10
<i>Hamelia</i>	-	-	-	-	4	4
<i>Hampea</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Hechtia</i>	-	-	4	-	-	4
<i>Heliconia</i>	-	-	-	10	1	11
<i>Heliocarpus</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Heliocereus</i>	-	-	6	-	-	6
<i>Heterotheca</i>	-	-	-	-	4	4
<i>Hevea</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Hydrangea</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Hylocereus</i>	-	-	4	-	12	16
<i>Hyptis</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Impatiens</i>	-	-	10	-	-	10
<i>Iris</i>	-	-	10	-	-	10
<i>Jacaratia</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Jatropha</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Juglans</i>	2	-	6	-	-	8
<i>Justicia</i>	-	-	-	-	9	9
<i>Kalanchoe</i>	-	-	5	-	7	12
<i>Lantana</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Larrea</i>	-	10	-	-	-	10
<i>Leuchtenbergia</i>	-	60	2	-	-	62
<i>Lippia</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Lobivia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Lonchocarpus</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Lophophora</i>	-	-	37	-	-	37
<i>Lysiloma</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Machaereus</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Malus</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Malvaviscus</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Mamillopsis</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Mammea</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Mammillaria</i>	50	-	2 794	190	3	3 037
<i>Manfreda</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Mangifera</i>	-	-	5	-	3	8
<i>Manilkara</i>	-	-	-	-	8	8
<i>Maranta</i>	-	-	-	-	6	6
<i>Matucana</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Melia</i>	-	-	-	-	40	40
<i>Melocactus</i>	-	-	83	-	-	83
<i>Mentha</i>	-	-	10	-	3	13
<i>Mimosa</i>	1	-	-	-	1	2

Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Monstera</i>	-	-	-	-	40	40
<i>Musa</i>	-	-	5	-	26	31
<i>Myrtillocactus</i>	1	-	2	-	-	3
<i>Neobuxbaumia</i>	-	-	4	-	-	4
<i>Neolloydia</i>	-	-	4	-	-	4
<i>Nephrolepis</i>	-	-	6	-	-	6
<i>Nopalea</i>	-	-	6	-	-	6
<i>Nopalxochia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Nyctocereus</i>	-	-	4	-	-	4
<i>Obregonia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Ocimum</i>	-	-	-	-	3	3
<i>Olea</i>	2	-	-	1	-	3
<i>Olneya</i>	1	-	-	-	-	1
<i>Oncidium</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Opuntia</i>	1 200	1	50	1	-	1 252
<i>Orchidacea</i>	-	-	1	30	-	31
<i>Ortegocactus</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Pachycereus</i>	-	-	4	-	-	4
<i>Paridia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Parmentiera</i>	-	-	-	-	3	3
<i>Parthenium</i>	-	10	-	-	-	10
<i>Passiflora</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Pelargonium</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Pelecypora</i>	-	-	400	-	-	400
<i>Peniocereus</i>	-	-	6	-	-	6
<i>Peperomia</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Pereskopsis</i>	-	-	4	-	-	4
<i>Persea</i>	-	-	5	-	12	17
<i>Phoenix</i>	36	-	-	-	-	36
<i>Phyllanthus</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Pimienta</i>	-	-	-	-	5	5
<i>Pinus</i>	-	20	28	1	-	49
<i>Piper</i>	-	-	-	-	3	3
<i>Piscidia</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Pithecellobium</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Platymiscium</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Pouteria</i>	-	-	-	-	54	54
<i>Prosopis</i>	2	5	5	-	-	12
<i>Prunus</i>	-	-	11	2	-	13
<i>Psidium</i>	-	-	5	-	2	7
<i>Punica</i>	2	-	5	1	4	12
<i>Pyrus</i>	-	-	-	-	3	3
<i>Quercus</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Rebutia</i>	-	-	4	-	-	4
<i>Rhipsalis</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Rosa</i>	-	-	5	-	5	10
<i>Rosmarinus</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Ruta</i>	-	-	-	-	36	36
<i>Ryncholalelia</i>	-	-	-	-	1 000	1 000
<i>Sabal</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Salix</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Sansevieria</i>	-	-	5	-	-	5



Género	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
<i>Schinus</i>	-	-	1	-	1	2
<i>Selenicereus</i>	-	-	6	-	-	6
<i>Senecio</i>	-	-	1	-	-	1
<i>Setcreasea</i>	-	-	5	-	-	5
<i>Simarouba</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Simarouba</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Simmondsia</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Spatifilium</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Spondia</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Stenocactus</i>	-	-	247	-	1	248
<i>Swartzia</i>	-	-	-	-	5	5
<i>Synadenium</i>	-	-	10	-	-	10
<i>Tabebuia</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Tabernaemontana</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Tagetes</i>	-	-	5	-	1	6
<i>Talisia</i>	-	-	-	-	3	3
<i>Tamarindus</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Terminalia</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Thelocactus</i>	-	-	12	-	-	12
<i>Theobroma</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Thrinax</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Thuja</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Tillandsia</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Trichocereus</i>	-	-	2	-	-	2
<i>Turbiniarpus</i>	-	-	406	-	-	406
Varios géneros	-	-	-	16	-	16
Varios géneros	-	-	-	200	-	200
Varios géneros	1	-	-	-	-	1
Varios géneros	-	-	-	-	1 000	1 000
Varios géneros	-	-	-	-	1	1
Varios géneros	-	-	-	-	1	1
Varios géneros	-	-	-	-	0	0
<i>Vitex</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Wilcoxia</i>	-	-	4	-	-	4
<i>Xanthosoma</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Yucca</i>	-	20	3	-	-	23
<i>Zamia</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Zephyrantes</i>	-	-	1	-	-	1
<i>J. varias especies</i>	-	-	500	-	-	500
<i>J. varias especies</i>	-	-	4 094	-	-	4 094
<i>J. varias especies</i>	-	-	173	-	-	173
<i>J. varias especies</i>	-	-	281	-	-	281
<i>J. varias especies</i>	-	20	-	-	-	20
<i>J. varias especies</i>	-	12	-	-	-	12
<i>J. varias especies</i>	-	-	-	-	106	106
<i>J. varias especies</i>	-	-	-	-	192	192
<i>J. varias especies</i>	-	-	-	-	1	1
<i>J. varias especies</i>	-	-	-	-	11	11
<i>J. varias especies</i>	-	-	-	-	248	248
<i>J. varias especies</i>	-	-	-	-	21	21
Total	2 570	423	12 330	604	3258	19 185

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS



Amalio Santacruz Varela¹ y Micaela de la O Olán²

¹ Profesor Investigador Adjunto
Orientación en Genética
Colegio de Postgraduados

² Estudiante de Doctorado
Orientación en Genética
Colegio de Postgraduados

4.1 Resumen

Anivel mundial, y desde luego también en México, existe la percepción de que el nivel de uso que se hace de los recursos fitogenéticos es escaso. Para confrontar esta percepción, en este capítulo se muestra un panorama sobre el uso que se hace en el momento actual de las diferentes colecciones de recursos fitogenéticos en el país, con base en los resultados obtenidos de encuestas realizadas directamente a los curadores y/o poseedores de colecciones en las diferentes regiones de México. Un primer indicador sobre el uso que se hace del germoplasma nacional es el volumen de intercambio de muestras; en este sentido la información muestra que el sistema mexicano es un proveedor importante de germoplasma, pues la cantidad de muestras distribuidas por año rebasa ligeramente las 52 mil, lo que representa una cantidad notablemente alta, por lo que probablemente es la escasez de información lo que hace pensar, erróneamente, que las colecciones permanecen inactivas. En general, los programas que manejan recursos fitogenéticos son activos en cuanto a la realización de estudios de usos potenciales, tanto etnobotánicos como de prospección biológica, sobre todo de estos últimos, notándose además, la presencia de algunos programas enfocados hacia el estudio molecular del análisis y aislamiento de genes. La mayoría de los programas nacionales realiza actividades de caracterización y evaluación de germoplasma, como un paso previo al mejoramiento genético de los cultivos; sin embargo, paradójicamente, son escasos los programas de premejoramiento, probablemente debido a la falta de definición sobre los responsables para realizar esta actividad. Existen en el país alrededor de 200 programas de mejoramiento genético de cultivos, abarcando 50 especies, donde sobresalen por número de programas el maíz, trigo, chile y frijol y por instituciones INIFAP, Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados y Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Los programas de producción y abasto de semilla son escasos y sin articulación entre ellos, además de que en algunos casos tienen un énfasis académico, sin vinculación directa con la producción.

4.2 Introducción

La humanidad, a través de toda su historia ha dependido para su supervivencia de los recursos que le son proporcionados por la naturaleza; por largos periodos de tiempo el hombre contó con recursos ilimitados para la satisfacción de sus necesidades primarias; sin embargo, a partir del siglo XX, se ha tomado plena conciencia que el crecimiento poblacional, los desastres naturales y los provocados por el hombre hacen indispensable un manejo y utilización racional de estos valiosos recursos, los que repentinamente se encuentran bajo amenaza por los factores mencionados. Dado que los alimentos y otros productos de primera necesidad de origen vegetal, así como su producción, constituyen un ingrediente esencial para la humanidad, la conservación y aprovechamiento juicioso de la aún amplia variedad de especies de

plantas que persisten en la actualidad son conceptos vitales para los agricultores y científicos involucrados en las ciencias agrícolas.

La humanidad enfrenta en estos momentos retos serios, de los cuales quizás el más visible sea el crecimiento poblacional, con las implicaciones que tiene para la producción de alimentos, para consumidores cada vez más exigentes que demandan menor uso de agroquímicos y atributos específicos de calidad; además los alimentos frecuentemente se tienen que producir en condiciones ambientales difíciles y con insumos escasos. Ante tal perspectiva, el mejoramiento genético puede ayudar a enfrentar estos retos adicionando características que mejoren la calidad, eleven la tolerancia a condiciones climáticas adversas o proporcionen resistencia a plagas y enfermedades, con base en combinaciones específicas de genes más que en insumos químicos.

El mejoramiento genético de los cultivos depende completamente de los recursos genéticos disponibles; cualquier avance registrado en potencial de rendimiento, resistencia a plagas, calidad o características deseables en las variedades actuales proviene de cruzamiento o selección realizada por agricultores o fitomejoradores profesionales sobre la base de recursos genéticos, silvestres o mejorados de todo el planeta y sobre esta misma base, tanto los agricultores como los fitomejoradores han generado otros recursos fitogenéticos.

Otra consideración es que los logros del mejoramiento genético no son permanentes, pues siempre hay problemas por resolver en virtud de que la disponibilidad de insumos, las plagas, los patógenos, el clima están en constante cambio, por lo que los fitomejoradores necesitan rutinariamente nuevas fuentes de germoplasma. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos estima que las nuevas variedades muestran resistencia a factores bióticos por un promedio de cinco años, mientras que generalmente toma de 8 a 11 años para formar variedades nuevas (USDA, 1990). En algunos casos como el de las royas del trigo en el norte de México, las razas virulentas nuevas pueden romper la resistencia genética basada en genes simples en solamente 2 ó 3 años (Dubin y Torres, 1981).

En la época actual, como complemento al mejoramiento genético convencional, se cuenta con avances biotecnológicos y con un rápido desarrollo de técnicas de transferencia de genes, con las que el potencial para introducir caracteres deseables ya no está restringido a aquellos presentes en parientes genéticamente cercanos; en teoría, los genes, una vez identificados, aislados y clonados pueden ser introducidos a una planta provenientes de cualquier organismo; aunque se debe tener claro que aún hay muchas limitantes involucradas en este proceso, las cuales seguramente serán superadas en el futuro, por lo que en este momento el mejoramiento genético convencional tiene completa vigencia.

En ese contexto, se sigue manteniendo la percepción de que las colecciones de germoplasma son generalmente subutilizadas y de que su valor económico es a veces cuestionable (Wright, 1997; Simpson y Sedjo, 1998). Para confrontar estas percepciones, en este capítulo se presenta un panorama sobre el uso que se hace en el momento actual de las diferentes colecciones de recursos fitogenéticos de México, con base en los resultados obtenidos de encuestas realizadas directamente a los curadores y/o poseedores de colecciones en las diferentes regiones del país.

4.3 Utilización de las accesiones en los bancos de germoplasma

Un indicador del grado de uso de los recursos fitogenéticos albergados en los distintos bancos de germoplasma del país, es proporcionado, sin duda, por los indicadores de movilidad de las muestras, tanto despachadas como recibidas, entre los diferentes programas, pues en ambos casos existe la premisa de que tal movimiento responde a solicitudes con alguna finalidad de uso. En el Cuadro 4.1 se muestra el volumen de muestras distribuidas por los programas de cada una de las regiones en que se dividió el estudio; aunque para este caso particular se descartaron las muestras de herbario distribuidas, pues por tratarse de ejemplares muertos, en términos estrictos no adquieren el calificativo de "recursos fitogenéticos", a pesar de que existen reportes sobre el uso de ADN proveniente de especímenes de herbario (Rogers y Bendich, 1985; Bruns *et al.*, 1990), e inclusive de fósiles (Goloubinoff *et al.*, 1993; Allaby *et al.*, 1994), tal ADN hasta ahora ha sido de uso muy limitado, lográndose algunas amplificaciones en PCR (Avendaño, 1997), pero lejos todavía de regenerar individuos completos capaces de transmitir información genética de una generación a otra, característica que por definición se asigna a todo material considerado como germoplasma.

Una comparación entre regiones, a partir de la información proporcionada en el Cuadro 4.1, permite observar que es la región Sureste la que presenta mayor demanda de distribución de muestras, particularmente de instituciones nacionales, y al mismo tiempo son los programas de la región Sureste los que menos muestras de germoplasma reciben (Cuadro 4.2); situación explicada por el hecho de que esta región se considera como centro de origen y diversificación de un gran número de especies de interés antropocéntrico, pues es precisamente aquí donde se ubica una gran proporción del área de Mesoamérica, considerada por Vavilov (1992) como uno de los principales centros de origen y diversidad de plantas cultivadas.

CUADRO 4.1

Número de muestras distribuidas por los diferentes programas nacionales que manejan recursos fitogenéticos

Región	A la misma institución	A instituciones nacionales	A instituciones internacionales	Total
Centro	7 138	3 635	121	10 894 (n=134)
Centro-Sur	3 090	4 908	1 530	9 528 (n=181)
Noroeste	4 766	2 823	22	7 611 (n=54)
Noreste	4 688	3 373	2 446	10 507 (n=91)
Sureste	5 973	7 492	4	13 469 (n=77)
Total	25 655	22 231	4 123	52 009 (n=537)

n: Número de programas detectados y proveedores de información

CUADRO 4.2

Número de muestras recibidas por los programas nacionales de sus contrapartes involucrados en recursos fitogenéticos

Región	De la misma institución	De instituciones nacionales	De instituciones internacionales	Total
Centro	563	747	731	2 041 (n=134)
Centro-Sur	1 897	1 062	291	3 250 (n=181)
Noroeste	3 453	3 157	640	7 250 (n=54)
Noreste	1 466	871	1 826	4 163 (n=91)
Sureste	683	577	40	1 300 (n=77)
Total	8 062	6 414	3 528	18 004 (n=537)

n: Número de programas proveedores de información

De los Cuadros 4.1 y 4.2 se desprende que, en conjunto, el sistema mexicano es un proveedor neto de muestras de germoplasma, pues mientras se solicitan sólo unas 18 mil muestras, la cantidad promedio de muestras distribuidas por año rebasa ligeramente las 52 mil. Esta es una cantidad notablemente alta, y representa un buen indicador de que el uso que se hace del germoplasma mexicano es significativo, lo que no concuerda con la frecuente percepción de que el germoplasma permanece inactivo en el almacén, la cual seguramente persiste debido a que muchas colecciones en México, como en otros países en desarrollo, no cuentan con recursos para organizar la información de manera electrónica, dificultando el acceso a la información, infiriéndose erróneamente que permanecen inactivas. A manera de comparación del nivel de dinamismo del sistema mexicano en relación con otros sistemas de germoplasma con cierto grado de consolidación, Smale *et al.* (2001) mencionan que el Sistema Nacional de Germoplasma de los Estados Unidos, el mayor sistema del mundo a nivel de naciones, distribuyó en un periodo de 10 años (1990-1999) un total de 621 238 muestras de los diez principales cultivos, es decir, un promedio anual ligeramente superior a 62 mil muestras, aunque con base en información de Shands y Stoner (1997), se estima que esos diez cultivos (cebada, frijol, algodón, maíz, papa, arroz, sorgo, soya, calabaza y trigo) representan ligeramente más de la mitad de las muestras distribuidas (Smale *et al.*, 2001), infiriéndose entonces, que el total de muestras despachadas anualmente por ese sistema es de alrededor de 120 mil.

En otra comparación sobre el mismo tenor, el banco de germoplasma del CIMMYT distribuyó 20 540 muestras de maíz y 39 770 muestras de trigo en el periodo de 1987 a 1998; es decir, un promedio anual de 5 026 muestras, considerando ambas especies.

A juzgar por el volumen de muestras de germoplasma que se distribuye por los programas nacionales a sus contrapartes de otros países, el cual supera las 4 mil muestras por año (Cuadro 4.1), puede decirse que el germoplasma mexicano es ampliamente usado en el contexto internacional, pues a manera de comparación pueden mencionarse las cifras correspondientes a otros sistemas nacionales bien establecidos, como el caso de la Colección Nórdica, representativa de los países escandinavos, que en el periodo de 1990 a 1999 el total de muestras de germoplasma distribuidas a otros países, de todos los cultivos que resguarda, fue de sólo 15 477; en tanto que para el Sistema de Germoplasma de Holanda, tal cifra alcanzó las 25 310 muestras distribuidas a nivel internacional en el mismo periodo de tiempo (Smale *et al.*, 2001).



Conviene mencionar que, debido a la ausencia de un marco legal que regule el movimiento de germoplasma en México, mucha de esta actividad puede carecer de registros formales, constituyendo con ello una subestimación del uso real de los recursos genéticos del país; a manera de ejemplo, cualquier persona que quiera iniciar un programa de mejoramiento o generación de tecnología para el manejo de cultivos puede ir a coleccionar directamente con los agricultores, sin necesidad de acudir al sector “formal” de distribución de germoplasma.

Otra fuente de subestimación en el uso del germoplasma nacional está representada por las actividades, cada vez más extendidas, de las compañías del sector privado, pues a raíz de la declinación de los apoyos del sector oficial hacia las actividades primarias, se han generado amplias zonas agrícolas sin cobertura oficial en lo referente al desarrollo de nuevas variedades y abasto de semillas, lo que en los últimos años ha constituido un nicho de expansión para esas organizaciones; a pesar de ello, existen opiniones de que la tendencia observada a nivel mundial es que las compañías hacen un uso marginal del germoplasma del sector oficial (Mann, 1997), allegándose de los recursos genéticos por otros medios como colecciones realizadas por ellos mismos, y que posiblemente no se registraron de forma completa en el presente estudio, donde el énfasis fue mucho mayor hacia los programas oficiales.

4.4 Estudios de usos potenciales

En este apartado se hace referencia a los estudios de prospección, y se incluye a aquellos de carácter etnobotánico, de prospección biológica (o bioprospección), y de aislamiento de genes, que realizan los programas nacionales de recursos fitogenéticos. La obtención y divulgación de los resultados de este tipo de investigación, además de contribuir a la recuperación de un patrimonio histórico-cultural que en muchos casos está ya muy deteriorado o incluso casi extinto, puede tener una previsible proyección a medio plazo sobre el sistema productivo del medio rural; permite disponer de conocimientos básicos para abordar futuras planificaciones en áreas deprimidas, que es donde, por lo general, perdura la mayor riqueza biológica.

Las figuras de este capítulo se generaron a partir de datos categóricos, éstas, indican el número de programas que realizan o que no realizan cierto tipo de estudios o actividades por región, siendo por tanto la suma de ambas categorías el número total de programas por región involucrados en algún tipo de aprovechamiento del germoplasma.

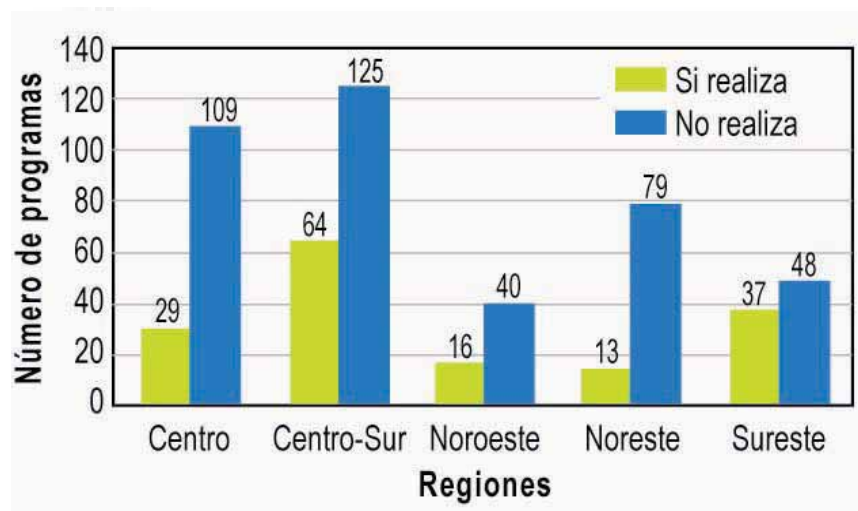
4.4.1 Estudios etnobotánicos

Los estudios etnobotánicos comprenden la colección de ejemplares vegetales y de la información asociada con su uso, la cual ha sido generada por los grupos humanos a través del tiempo y se encuentra altamente concentrada en las comunidades rurales con tradición agrícola (Hernández, 1998), quedando implícito que el conocimiento y el uso de la biodiversidad no son separables de la cultura de los pueblos y comunidades ancestrales.

Los estudios en etnobotánica se consolidaron en México a principios de los años 1970s en la entonces Rama de Botánica del Colegio de Postgraduados, bajo el liderazgo del Maestro Efraím Hernández Xolocotzi; de ahí se extendieron a otras instituciones, reportándose en la actualidad investigaciones de esta naturaleza en todo el territorio nacional (Figura 4.1), entre las que destacan, además del propio Colegio de Postgraduados, la Universidad Autónoma Chapingo, INIFAP, UNAM, IPN, UAAAN, ININ, ECOSUR, CINVESTAV, CIAD, CICY, además de algunos Institutos Tecnológicos Agropecuarios y universidades de varios estados como las de Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala, Tamaulipas, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

FIGURA 4.1

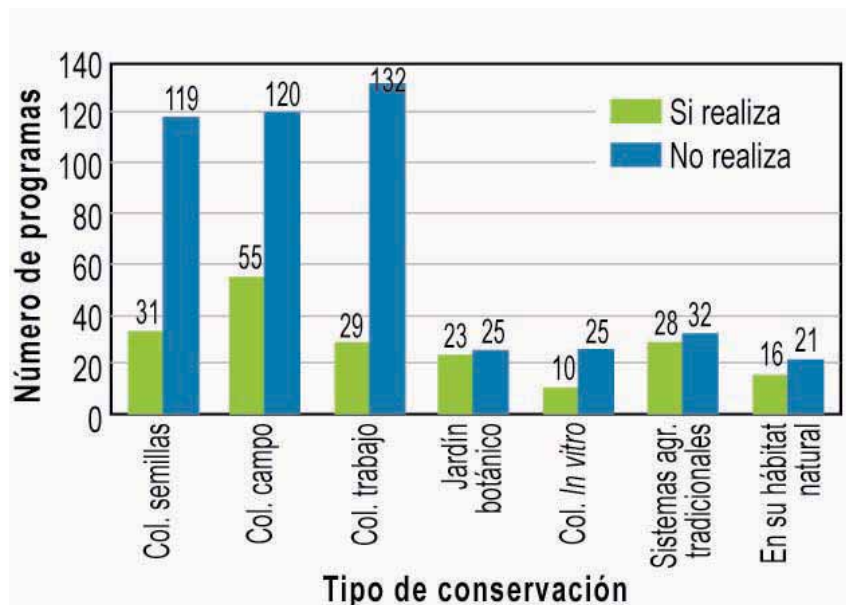
Número de programas nacionales que realizan estudios etnobotánicos en diferentes regiones de México



Es importante considerar que de los programas de México de colecciones de semilla, colecciones de campo, colecciones de trabajo y colecciones *in vitro* son muy pocos los que realizan estudios etnobotánicos con una variación de 12 a 31% en cuanto a reporte de realización (Figura 4.2). Jardines botánicos es el único tipo de conservación *ex situ* donde proporcionalmente se realizan más estudios etnobotánicos, llegando hasta 50%, así como en los sistemas de conservación *in situ* (tanto en sistemas agrícolas tradicionales y en su hábitat natural).

FIGURA 4.2

Número de programas nacionales, clasificados en diferentes tipos de conservación, que realizan estudios etnobotánicos



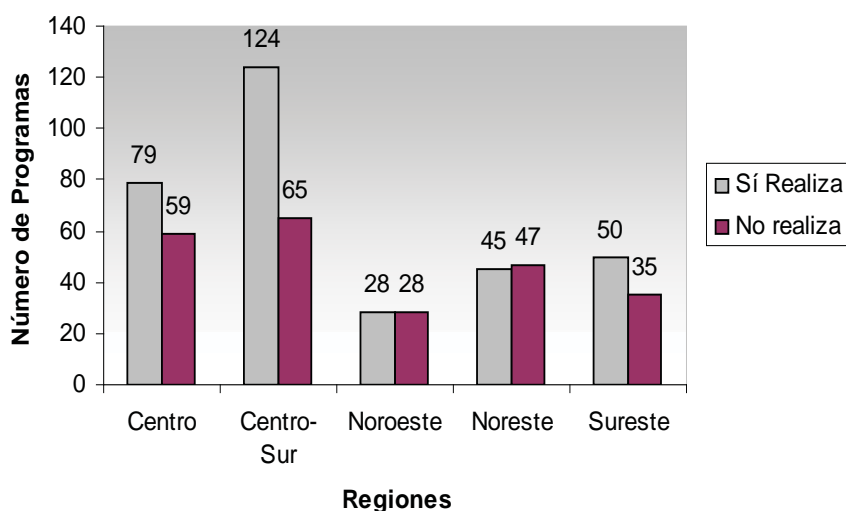
4.4.2 Estudios de bioprospección

Los estudios sobre prospección biológica o bioprospección, se pueden entender como aquellas actividades encaminadas hacia el descubrimiento de un organismo —en este caso un organismo vegetal—, su recolección, examen y descripción, con miras a la obtención de un producto útil por medio de su aislamiento, purificación, modificación e inclusive pruebas clínicas (RCTA, 2005).

Este tipo de estudios, por sus profundas implicaciones en el ámbito de los recursos fitogenéticos a nivel internacional, cobra especial interés a partir de la firma de la Convención de la Diversidad Biológica (UNEP, 1993), pues antes de la misma, los recursos fitogenéticos eran considerados como patrimonio de la humanidad. Dicho convenio reafirmó los derechos de soberanía de los países sobre los productos biológicos dentro de sus fronteras, pero al mismo tiempo, delegó la responsabilidad en los países megadiversos sobre la toma de medidas para estudiar y conservar sus propios recursos. En este sentido, y a más de una década bajo esta nueva situación, México se ha involucrado de manera importante en estos temas, de manera que los estudios de bioprospección han sido incorporados dentro de las actividades de una buena parte de los programas nacionales, como se muestra en la Figura 4.3, sobrepasando en número y en proporción a los estudios etnobotánicos.

FIGURA 4.3

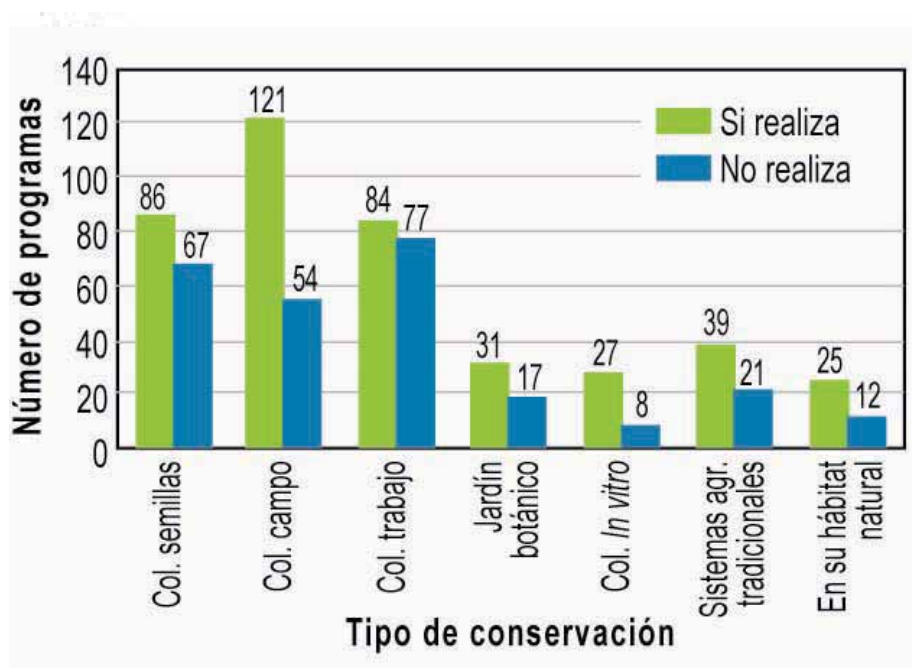
Número de programas nacionales que realizan estudios de prospección biológica en diferentes regiones de México



Entre las instituciones donde se reporta la realización de este tipo de estudios se encuentra la UNAM, IPN, algunos centros de investigación como el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CINVSTAV, CIATEJ, ECOSUR, CICY, CIAD, INIFAP, ININ, además de algunas universidades como la de Chapingo, UAAAN, COLPOS, CSAEGRO, Colima, Guanajuato, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Veracruz, Puebla, Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Durango, Tamaulipas, Zacatecas, Campeche, Chiapas, Tabasco y Yucatán.

En México, los estudios sobre bioprospección se están realizando con gran interés en todos los tipos de conservación tanto *ex situ* como en los *in situ*, con una mayor proporción en las colecciones *in vitro* donde alcanza 77%, seguidas por las colecciones de campo, colecciones de trabajo y colecciones de semillas; en esos tipos de conservación las actividades actualmente van dirigidas hacia el descubrimiento de un nuevo genotipo o variedad principalmente en cultivos básicos o especies de mayor demanda o interés (Figura 4.4). Es importante mencionar que todos los tipos o formas de conservación de los recursos fitogenéticos realizan estudios de bioprospección, superando en 50% a los programas que no realizan dichos estudios, principalmente en ITAS donde se realiza muy poca o nula actividad en este sentido.

FIGURA 4.4

Número de programas nacionales que realizan estudios de prospección biológica en diferentes tipos de conservación**4.4.3 Análisis y aislamiento de genes**

Desde las etapas tempranas de la biología molecular, a mediados del siglo XX, ya se sabía que el ADN era el responsable de portar y transmitir la información genética y que los genes eran unidades discretas de dicho ADN dispuestas de manera lineal a lo largo de los cromosomas. Hasta antes de la década de 1980 los atributos genéticos contenidos en cada especie estaban confinados a un flujo dentro de las mismas, es decir, podían transferirse únicamente entre miembros de dichas especies, o cuando mucho a otros organismos con una relativa cercanía fitogenética. Con el avance de las ciencias biológicas durante las últimas décadas, ha aumentado el entendimiento de la regulación molecular de los procesos biológicos, descubriéndose desde el experimento de Broglie *et al.* (1984), en el que un gen de chícharo se expresó en petunia, que los genes pueden expresarse en organismos diferentes de los que proceden y que continúan respondiendo a los estímulos ambientales. Lo anterior, junto con el establecimiento de que los genes introducidos en un organismo ajeno se heredan de manera normal (Horsch *et al.*, 1984), impulsó la generación de organismos transgénicos, debido a que a partir de entonces, es posible transferir de manera horizontal -entre especies- los atributos de los recursos genéticos, independientemente de su posición en la escala evolutiva, para lo cual es requisito identificar, aislar y clonar el o los genes responsables del atributo en cuestión.

Sobre este aspecto, Barahona y Ayala (2005) mencionan que, si bien la adopción de la genética molecular no tuvo durante su nacimiento y etapas tempranas una adopción muy dinámica en México, hacia finales del milenio dicha rama de la ciencia ha alcanzado en este país un estatus de clase mundial en varias universidades e institutos de investigación, lo cual se corrobora con los resultados de las encuestas, pues se identificó un número apreciable de programas relacionados con recursos genéticos que realizan investigación de frontera en este campo, como se describe en el Cuadro 4.3.



CUADRO 4.3

Programas nacionales relacionados con recursos fitogenéticos que realizan estudios de identificación y aislamiento de genes

Región	Breve descripción del programa
Centro	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programa de micropropagación de ornamentales, y transformación genética de papaya, de la Universidad de Colima. 2. Programa de compuestos bioactivos de la flora, CINVESTAV-Irapuato. Se realiza aislamiento y caracterización de genes de metabolitos, estudio de su ruta de biosíntesis y mecanismos de bioacción. 3. Programa de genética funcional de la apomixis, del CINVESTAV-Irapuato. 4. Programa de arquitectura de raíz y su expresión en deficiencia de nutrientes en arabidopsis, del CINVESTAV-Irapuato. Incluye la secuenciación de genes involucrados.
Centro-Sur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programa de bioquímica y biología molecular de plantas de interés regional, de la Universidad de Veracruz. Contempla análisis molecular (enzimas, pigmentos y secuencias de ADN) de anonáceas, ornamentales (gladiola y anturia), alimentarios (soya, chayote, caña de azúcar). 2. Programa de biotecnología de plantas medicinales, de la Universidad Autónoma de Morelos. Las actividades incluyen cultivo de células, tejidos y órganos de plantas medicinales mexicanas y análisis de principios activos en especies medicinales mexicanas con propiedades antimicrobianas, sedantes y citotóxicas.
Noroeste	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programa del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (BCS). Identificación y caracterización de genes involucrados en la tolerancia al estrés salino en halófitas y determinación de posibles genes ortólogos de importancia agronómica.
Noreste	<ol style="list-style-type: none"> 1. No se identificaron programas con estas actividades.
Sureste	<ol style="list-style-type: none"> 1. Secuenciación y análisis del transcripto de Agave tequilana, del Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. Se secuencian genes expresados en plantas en campo de una colección de Agave tequilana y su análisis molecular.

Como puede observarse, este tipo de actividades tiende a concentrarse en las regiones Centro y Centro-Sur, con una participación importante del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados, Unidad Irapuato, notándose que este tipo de programas no se ha enfocado hasta el momento a cultivos importantes desde el punto de vista agrícola, sino a otras especies como ornamentales o medicinales, buscando posiblemente un retorno rápido de las inversiones.

4.4.4 Estudios de diversidad

Por "biodiversidad" o "diversidad biológica" se entiende la variabilidad de los organismos en todas sus formas, niveles y combinaciones y representa algo más que una suma simple de todos los ecosistemas, especies y material genético que contienen (Turnes, 2001).

La diversidad biológica se puede describir en tres niveles conceptuales: 1) diversidad de ecosistemas, 2) diversidad de especies, y 3) diversidad genética dentro de especies, es decir, a nivel de los diferentes genes y/o genomas. Este concepto amplio de biodiversidad o diversidad biológica es el que se encuentra en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, por lo que no sólo es relevante desde el punto de vista científico, sino jurídico, lo que justifica ampliamente las investigaciones en este tema.

Para los involucrados en el estudio de los recursos fitogenéticos es obvia la importancia de la diversidad biológica; sin embargo, para aprovecharla de manera eficiente es necesario generar conocimientos acerca de su estructura y diversidad, razón por la cual se recolectó información referente a la realización de estudios de clasificación, caracterización y evaluación de germoplasma.

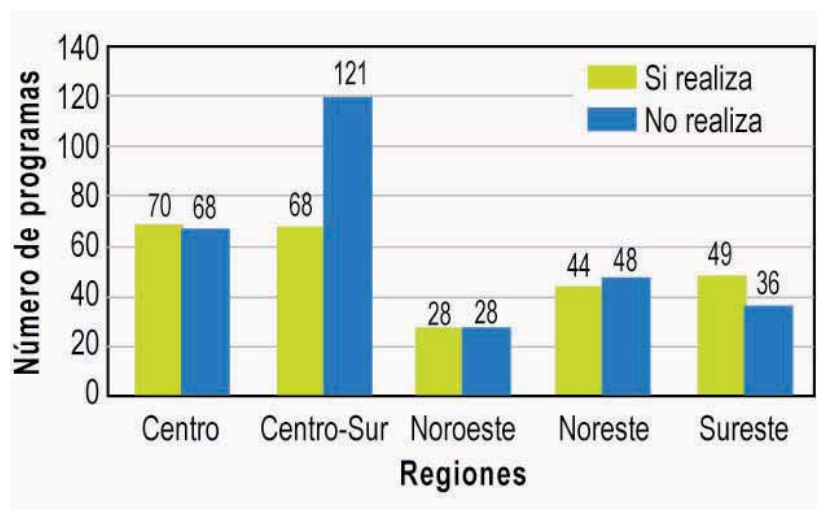
4.4.5 Estudios de clasificación

En la actualidad existen identificadas a nivel mundial unas 250 mil especies de plantas superiores, de las cuales México aporta aproximadamente 10% (Ortega *et al.*, 2003). Ante tal diversidad, se pone de manifiesto la necesidad que existe en el país de estudiar tales organismos para sistematizarlos reuniéndolos en grupos según sus semejanzas y orígenes, estudiar su probable cercanía evolutiva mediante el análisis de datos morfológicos, fisiológicos y reproductivos, así como datos bioquímicos y de marcadores moleculares de ADN. Es necesario resaltar que en este tipo de estudios los herbarios juegan un papel importante, pues a pesar de contar con especímenes muertos, éstos generalmente conservan en buen estado las características que les confieren importancia taxonómica.

La Figura 4.5 muestra la proporción de los programas nacionales que conducen estudios de clasificación dentro de sus actividades, observándose que si bien tales estudios se llevan a cabo en todas las regiones del país, hay una tendencia a concentrarse en las regiones Centro y Centro-Sur, posiblemente asociada a la existencia de un mayor número de instituciones educativas y centros de investigación.

FIGURA 4.5

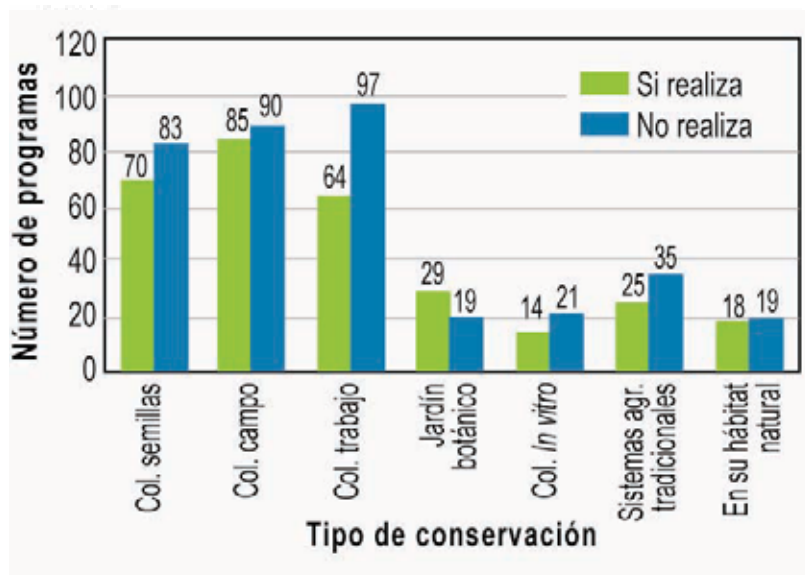
Número de programas nacionales que realizan estudios de clasificación de recursos fitogenéticos en diferentes regiones de México



Es de gran importancia señalar que en estudios de clasificación, aparte de los herbarios, también los jardines botánicos juegan un papel importante, debido a las clasificaciones taxonómicas de sus materiales como se muestra en la Figura 4.6, donde 60% de los programas que poseen jardines botánicos realizan dichos estudios. El resto de los programas, agrupados por tipo de conservación, sí realizan estudios de clasificación taxonómica, aunque en una proporción menor a 50%.

FIGURA 4.6

Número de programas nacionales que realizan estudios de clasificación de recursos fitogenéticos en diferentes tipos de conservación



4.4.6 Estudios de caracterización

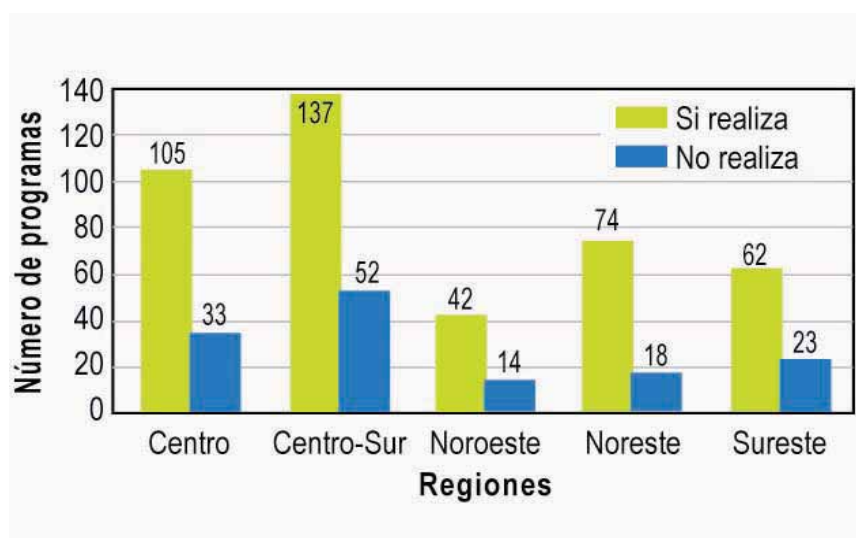
Históricamente los estudios de caracterización genética han estado relacionados con caracteres de importancia biosistemática, con un fuerte control genético, por uno o pocos genes, y reducida influencia ambiental, por lo que los datos obtenidos caen regularmente en clases discretas; adicionalmente, los avances contemporáneos de la biología molecular han permitido el uso de técnicas que permiten detectar diferencias entre genotipos mediante el diagnóstico de polimorfismos de proteínas y/o ADN.



La importancia de este tipo de estudios radica en que a pesar de que en la actualidad existe un número considerable de colecciones de germoplasma con genotipos de un alto valor agronómico, susceptibles de ser usados en los programas de mejoramiento genético, en muchas ocasiones se desconoce el grado de diversidad y la relación existente entre materiales, lo que impide su utilización óptima, por lo que el análisis de su diversidad genética y relaciones entre especies y la estructura dentro de ellas debe ser un objetivo importante de los curadores de las colecciones (Orona-Castro *et al.*, 2004).

FIGURA 4.7

Número de programas nacionales que realizan estudios de caracterización de recursos fitogenéticos en diferentes regiones México

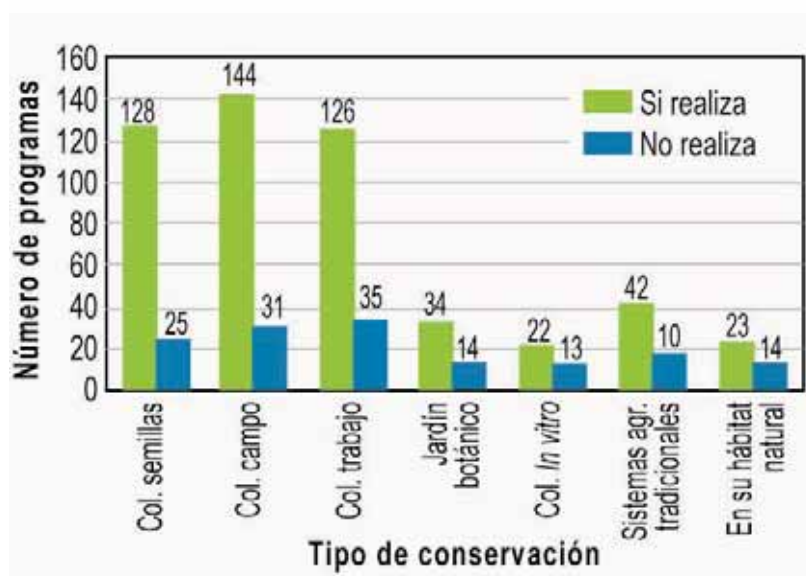


Como puede observarse en la Figura 4.7, la gran mayoría de los programas involucran estudios de caracterización dentro de sus actividades, notándose nuevamente un mayor volumen de trabajos de esta naturaleza en las instituciones de las regiones Centro y Centro-Sur, posiblemente.

Los estudios de caracterización se realizan en todos los tipos de conservación, y por la misma razón que los estudios de clasificación son muy pocos los programas que no cuentan con un programa detallado para caracterizar sus materiales (Figura 4.8). Más de 50% de los programas a nivel nacional mantienen caracterizadas sus especies.

FIGURA 4.8

Número de programas nacionales que realizan estudios de caracterización de recursos fitogenéticos en diferentes tipos de conservación



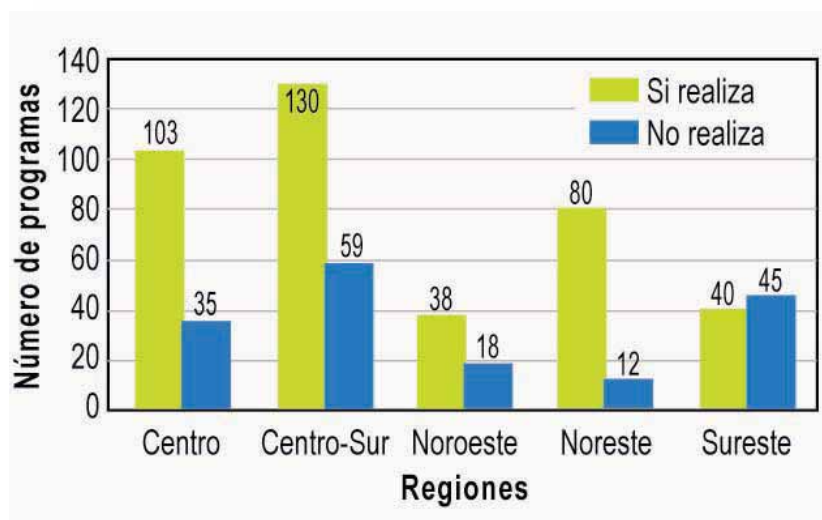
4.4.7 Estudios de evaluación

Este tipo de estudios se lleva a cabo con la finalidad de valorar el germoplasma con que cuentan las distintas colecciones, con miras a detectar en ellas atributos que puedan ser utilizados por los programas de mejoramiento genético para resolver problemas concretos de la producción. Lo anterior implica el análisis de características genéticamente complejas, determinadas por muchos genes, de baja heredabilidad, difíciles de ubicar en clases discretas, frecuentemente con altas proporciones de variación debidas a efectos ambientales y/o variación por la interacción genotipo-ambiente, enfocándose generalmente a caracteres de importancia económica. Por lo anterior, el estudio de este tipo de variables implica realizar siembra de materiales replicados en el tiempo, espacio y con técnicas apropiadas de experimentación agrícola.

Todo lo anterior surge de la necesidad de los fitomejoradores y demás usuarios de los recursos fitogenéticos de disponer de un número manejable de genotipos que posean, o tengan probabilidades de poseer, las características necesarias para sus programas de mejoramiento. Es necesario señalar que la frontera entre los conceptos de evaluación y caracterización de germoplasma es muy difusa, pues en la naturaleza los caracteres y genes a que se enfoca cada una de estas aproximaciones analíticas constituyen un continuo que comprende desde herencia monogénica hasta la altamente poligénica, con amplias variaciones en el grado de heredabilidad. Probablemente es debido a este entrelazamiento de conceptos que el número y proporción de programas detectados que están realizando actividades en este rubro es muy similar en comparación con aquellos que se encuentran involucrados en actividades de caracterización para la mayoría de las regiones del país (Figura 4.9), con excepción de la región Sureste, donde se observa un notable rezago, a pesar de ser esta región una de las más ricas en recursos fitogenéticos.

FIGURA 4.9

Número de programas nacionales que realizan estudios de evaluación de recursos fitogenéticos en diferentes regiones de México

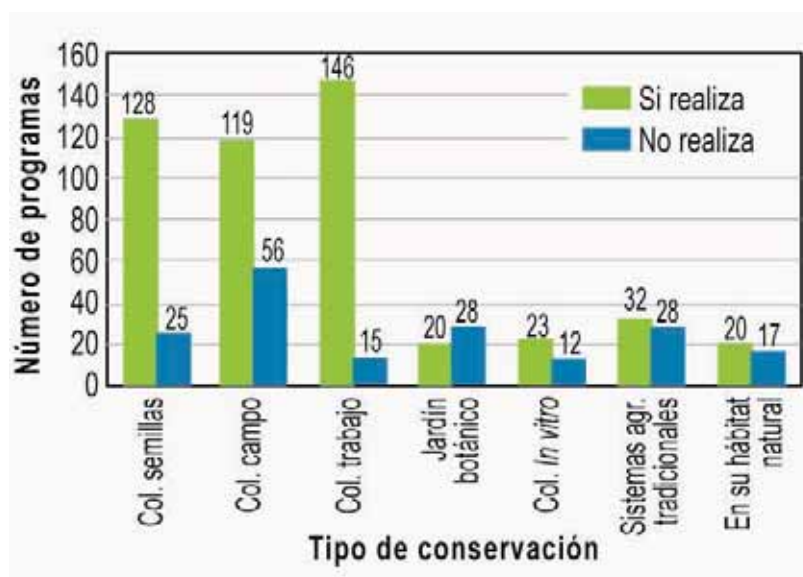


En la Figura 4.10 se muestra que en las colecciones de campo, colecciones de semilla, colecciones de trabajo y colecciones *in vitro* es donde los programas en México realizan mayores estudios de evaluación de los materiales, con el fin de encontrar nuevos prospectos que servirán a futuro o que proponen nuevas alternativas. En los jardines botánicos y los tipos de conservación *in situ* (en sistemas agrícolas tradicionales y en su hábitat natural) son muy pocos los programas que realizan evaluaciones; sólo en los jardines botánicos no se realizan evaluaciones de sus ejemplares en más de 50% de los programas.



FIGURA 4.10

Número de programas nacionales que realizan estudios de evaluación de recursos fitogenéticos en diferentes tipos de conservación



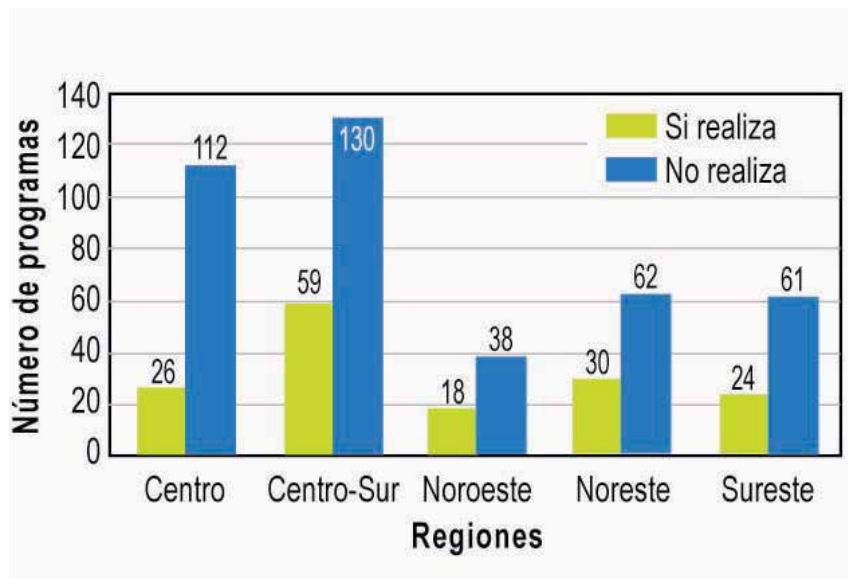
4.5 Actividades de premejoramiento

El término "premejoramiento", al que algunas veces se hace referencia también como "realce de germoplasma", es relativamente nuevo y fue usado primero para denotar el acto de transferir genes útiles de variedades exóticas o especies silvestres hacia materiales con características agronómicas aceptables (Jones, 1983). Por su parte, Duvick (1990) le imprime un significado ligeramente diferente al describir el término como aclimatación parcial de germoplasma introducido, conservando al mismo tiempo sus atributos favorables, pudiéndose premejorar una accesión de un banco de germoplasma con genes favorables de un material sobresaliente o se puede premejorar un material élite con genes provenientes de alguna accesión de un banco, aunque ésta sea de parientes silvestres. En cualquier caso, la meta final del premejoramiento es facilitar a los fitomejoradores la incorporación de materiales nuevos en sus programas.

En México, los programas que involucran actividades de premejoramiento son relativamente escasos, probablemente debido a que no existe una definición conceptual clara sobre si es el fitomejorador o el curador de las colecciones de germoplasma el responsable de realizar el premejoramiento. Los programas que hacen premejoramiento están relativamente concentrados en la región Centro-Sur, como se muestra en la Figura 4.11, distinguiéndose por su mayor participación instituciones como el INIFAP, UNAM, UACH, UAAAN y COLPOS, además de algunas universidades estatales. El principal cultivo atendido en premejoramiento es el maíz, básicamente en lo referente a la incorporación del carácter QPM para alta calidad de proteína en variedades de uso amplio; además de la incorporación de caracteres como alta calidad para la elaboración de tortillas y para pigmentación del grano y la transferencia de genes de parientes silvestres. Además de maíz, otras especies donde se realizan actividades de premejoramiento son frijol, chile, amaranto, ajonjolí, agaves, calabaza y cocotero.

FIGURA 4.11

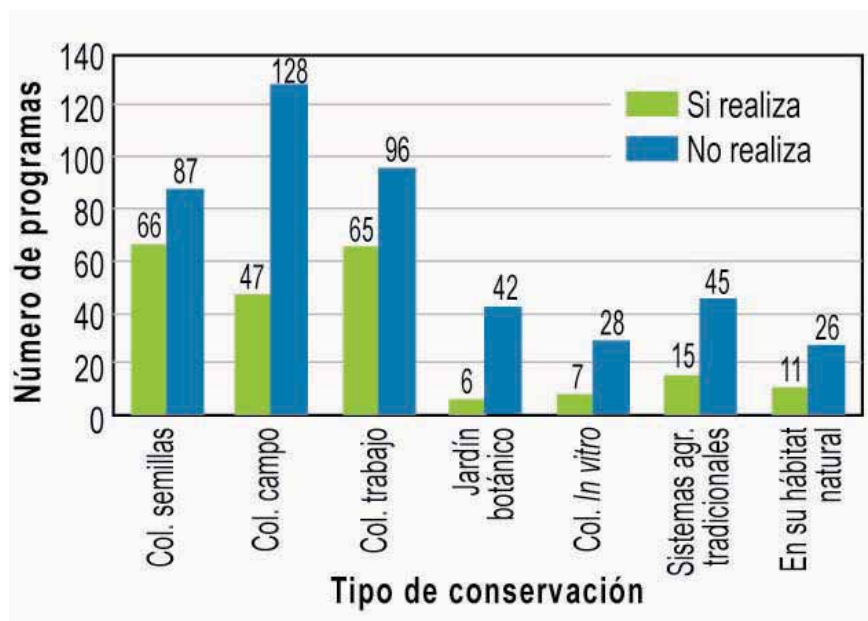
Número de programas nacionales que realizan estudios de premejoramiento en diferentes regiones de México



En México es escasa la participación de los programas para realizar premejoramiento, pero es en las colecciones de trabajo, las colecciones de campo y colecciones de semillas donde se encuentra el mayor número de programas realizando dichas actividades, donde la participación de dichos tipos de conservación varía de 30 a 40% debido a que no se tienen bien definidas las bases de dichos estudios (Figura 4.12). La participación del número de programas de jardines botánicos, colecciones *in vitro* y conservación *in situ* es mínima en actividades de premejoramiento.

FIGURA 4.12

Número de programas nacionales que realizan actividades de premejoramiento en diferentes tipos de conservación



4.5.1 Programas de mejoramiento genético

Sin lugar a dudas el mejoramiento genético de los cultivos representa uno de los beneficios más tangibles derivados de los recursos genéticos vegetales. El mejoramiento genético ha conducido al germoplasma a la generación de nuevas variantes con mayores expresiones de las formas deseadas durante los últimos 10 mil años, y es una actividad que en el mundo adquirió un carácter profesional a partir del siglo XIX, tomando gran impulso a principios del siglo XX, lo que coincidió con el redescubrimiento y aplicación de los trabajos de Mendel.

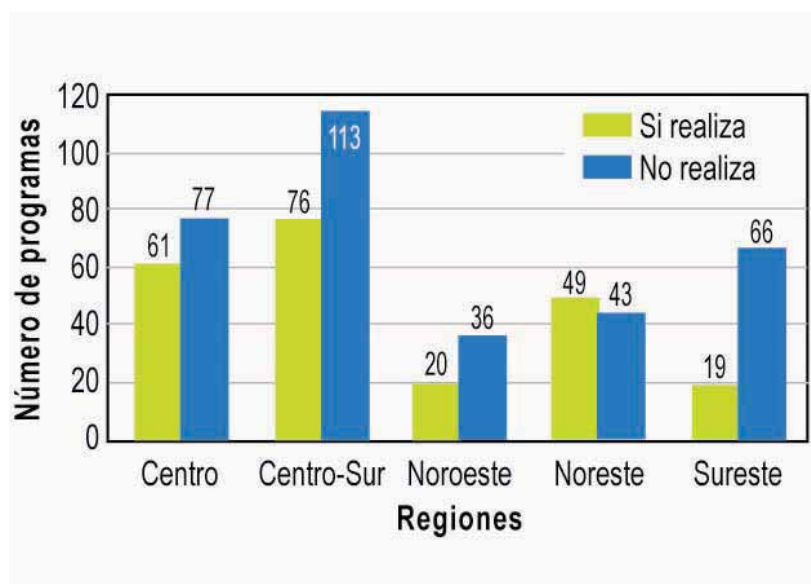
En México, la investigación agrícola con algún componente de mejoramiento genético, principalmente pruebas de adaptación de variedades, inició en 1907 con el establecimiento, por parte de la Escuela Nacional de Agricultura, de un campo de experimentación agrícola. En 1932 se estableció la Oficina de Campos Experimentales, que posteriormente evolucionó, dando lugar en 1947 al Instituto de Investigaciones Agrícolas, coexistiendo por algunos años con la Oficina de Estudios Especiales (fundada en 1943), hasta la fusión de ambas en 1960 para formar el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (Ekboir *et al.*, 2003), el cual junto con el entonces recién formado Colegio de Postgraduados dieron el impulso más importante registrado hasta la fecha en este país referente a programas de mejoramiento genético de cultivos, tomando ventaja de un sólido cuerpo de especialistas en el área de la Genética Cuantitativa, formado a mediados del siglo XX, principalmente en los Estados Unidos de Norteamérica.

Esos programas iniciales de mejoramiento genético en México fueron rápidamente reforzados por algunos otros como los de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, Edo. de México y de la Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro de Saltillo, Coah., así como el establecimiento del Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en 1966. A partir de esa fecha se ha registrado la adición de otros programas de fitomejoramiento distribuidos en todo el territorio; sin embargo, el entorno socioeconómico del país no ha sido del todo favorable para un desarrollo óptimo de tales programas, los cuales han evolucionado de manera diversa; aunque el análisis de las causas de dicho desarrollo se encuentra fuera del alcance de este documento.

Por cantidad de programas que dedican esfuerzos hacia las actividades de fitomejoramiento, las regiones Centro y Centro-Sur cuentan con los números más elevados (Figura 4.13), aunque por proporción, en el Noreste se presentan los mejores indicadores, pues los programas que realizan fitomejoramiento sobrepasan a aquellos que no lo hacen. Llama la atención el caso de la región Sureste, sin duda la región más rica del país en biodiversidad, donde menos de la tercera parte de los programas relacionados con recursos fitogenéticos registran actividades de mejoramiento genético, a pesar de ser en la actualidad este rubro el de aprovechamiento más inmediato del germoplasma.

FIGURA 4.13

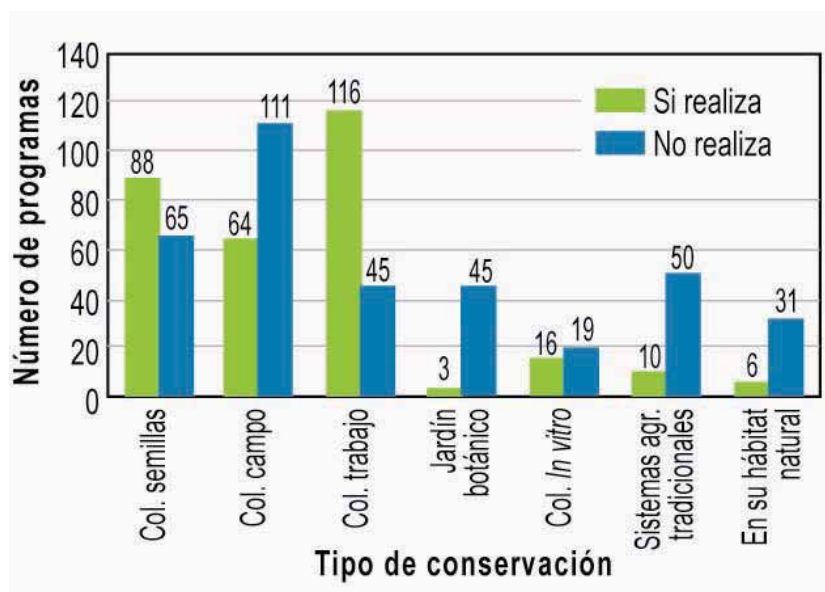
Número de programas nacionales que realizan actividades de fitomejoramiento en diferentes regiones de México



En la Figura 4.14 se muestra que es en las colecciones de trabajo donde se realizan las mayores actividades de fitomejoramiento de los diferentes programas en México, con una participación de 72%. Cabe mencionar que en los jardines botánicos y en los sistemas de conservación *in situ*, con sus modalidades, no se registran actividades de fitomejoramiento o es mínima su participación, dedicándose mayormente a otras actividades tales como caracterización de material, entre otras.

FIGURA 4.14

Número de programas nacionales que realizan actividades de fitomejoramiento en diferentes tipos de conservación



Al contabilizar por especies, se detectaron en el país 198 programas de fitomejoramiento con objetivos definidos, brindando atención a 50 cultivos o grupos de ellos, los cuales se enlistan en el Cuadro 4.4

El maíz, cultivo nacional por excelencia, es por mucho la especie más atendida, pues alrededor de una cuarta parte de los programas realiza mejoramiento genético en este cultivo, seguido por el trigo, chile y frijol.

Es necesario mencionar que el perfil que se observa a nivel nacional con respecto a las especies sometidas a mejoramiento genético no corresponde al de todas y cada una de las regiones; por ejemplo, de manera global el maíz es el cultivo con mayor número de programas dedicados a su mejoramiento; sin embargo, lo anterior no se cumple para la región Noroeste, donde el trigo es la especie más atendida en cuanto a número de programas de mejoramiento involucrados con esta especie.

En lo que respecta a la participación de las instituciones u organizaciones nacionales en programas de mejoramiento genético, se detectó la participación de 38 de ellas, la inmensa mayoría de carácter público; aunque se señala la participación de organismos privados en aproximadamente 1% de los casos detectados, pero es posible que las encuestas no se hayan enfocado lo suficiente en este tipo de empresas. En el Cuadro 4.5 se muestra un listado de las instituciones que realizan actividades de aprovechamiento de los recursos fitogenéticos por medio del fitomejoramiento, donde se puede observar claramente que el INIFAP es la institución más involucrada, en el sentido de contar con el mayor número de programas de mejoramiento genético, seguido por la Universidad Autónoma Chapingo, el Colegio de Postgraduados y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; los tres primeros, pero sobre todo el INIFAP, con una mayor distribución territorial de dichos programas, debido probablemente a que cuentan con sistemas de centros regionales consolidados en varias regiones del país. Puede observarse en el Cuadro 4.5 que las universidades estatales, Institutos Tecnológicos Agropecuarios y otros centros de investigación como el CICY, CINVSTAV, CIAD, CIATEJ, CICTAMEX, etc., amén de otras dependencias oficiales, tienen participaciones importantes en programas de mejoramiento genético, sobre todo enfocándose a cultivos propios de su área de influencia, lo cual confiere a estas instituciones una importancia estratégica para un mejor aprovechamiento regional o a nivel de nicho ecológico de los recursos genéticos nacionales.



CUADRO 4.4

Programas de mejoramiento genético en las regiones del país que proporcionaron información sobre los cultivos que trabajan

Cultivo	Regiones					Total Nacional
	Centro	Centro-Sur	Noroeste	Noreste	Sureste	
Maiz	16	17	2	11	3	49
Trigo	3	3	5	3	0	14
Chile	1	4	1	5	2	13
Frijol	2	3	2	5	0	12
Ornamentales	1	5	0	0	0	6
Sorgo	1	1	0	4	0	6
Tomate	3	2	0	1	0	6
Agaves	3	0	2	1	0	6
Arroz	3	2	0	0	1	6
Papa	0	3	0	3	0	6
Cocotero	2	1	0	0	2	5
Cítricos	2	1	1	0	0	4
Soya	0	2	1	1	0	4
Cebada	2	0	1	0	0	3
Amaranto	1	1	0	1	0	3
Pastos	1	1	0	1	0	3
Haba	0	2	0	1	0	3
Hortalizas	0	2	1	0	0	3
Papaya	1	0	0	0	1	2
Girasol	1	0	0	1	0	2
Frutillas	2	0	0	0	0	2
Durazno	2	0	0	0	0	2
Nopal	1	0	0	1	0	2
Aguacate	1	1	0	0	0	2
Plátano	1	0	0	0	1	2
Jamaica	1	1	0	0	0	2
Jitomate	0	1	0	0	1	2
Ajonjolí	0	2	0	0	0	2
Cártamo	0	0	2	0	0	2
Avena	0	0	0	2	0	2
Café	0	0	0	0	2	2
Cacao	0	0	0	0	2	2
Canola	1	0	0	0	0	1
Vid	1	0	0	0	0	1
Ajo	1	0	0	0	0	1
Chabacano	1	0	0	0	0	1
Chía	1	0	0	0	0	1
Chirimoya	1	0	0	0	0	1
Jícama	1	0	0	0	0	1
Mijo	1	0	0	0	0	1
Chayote	0	1	0	0	0	1
Manzano	0	1	0	0	0	1
Calabaza	0	1	0	0	0	1
Pitahaya	0	1	0	0	0	1
Mango	0	1	0	0	0	1
Garbanzo	0	0	1	0	0	1
Cebolla	0	0	0	1	0	1

Cultivo	Regiones					Total Nacional
	Centro	Centro-Sur	Noroeste	Noreste	Sureste	
Nogal	0	0	0	1	0	1
Caña	0	0	0	0	1	1
Axiote	0	0	0	0	1	1
Total	59	60	19	43	17	198

CUADRO 4.5

Programas de mejoramiento genético impulsados por las instituciones nacionales en diferentes regiones de México

Institución	Regiones					Total Nacional
	Centro	Centro-Sur	Noroeste	Noreste	Sureste	
INIFAP	31	25	15	19	10	100
Univ. Aut. Chapingo	3	15	0	1	0	19
COLPOS	1	17	0	0	1	19
UAAAN	0	0	0	16	0	16
U. de G.	6	0	0	0	0	6
UAEM	0	5	0	0	0	5
UNAM	0	4	0	0	0	4
UANL	0	0	0	4	0	4
CICY	0	0	0	0	4	4
Univ. Aut. Colima	3	0	0	0	0	3
Univ. Guanajuato	3	0	0	0	0	3
CINVESTAV	3	0	0	0	0	3
Organismos Privados	1	1	1	0	0	3
IPN	0	1	0	2	0	3
CIB-Noroeste	0	0	3	0	0	3
ITA 33 Roque, Gto.	2	0	0	0	0	2
UMSNH	2	0	0	0	0	2
Univ. Aut. Nayarit	2	0	0	0	0	2
Univ. Aut. BCS	0	0	2	0	0	2
Univ. Aut. Chihuahua	0	0	0	2	0	2
ITA 1 Dgo.	0	0	0	2	0	2
Univ. Aut. Tamps.	0	0	0	2	0	2
CIATEJ, Jal	1	0	0	0	0	1
UASLP	1	0	0	0	0	1
CICTAMEX	0	1	0	0	0	1
Univ. Aut. Guerrero	0	1	0	0	0	1
ITA Comitancillo, Oax.	0	1	0	0	0	1
Univ. Aut. Tlaxcala	0	1	0	0	0	1
Univ. Aut. Veracruz	0	1	0	0	0	1
Sría. de Fomento BC	0	0	1	0	0	1
Univ. Aut. BC	0	0	1	0	0	1
CIAD, Son	0	0	1	0	0	1
Univ. de la Sierra, Son.	0	0	1	0	0	1
Univ. Aut. Zacatecas	0	0	0	1	0	1
Tec. Tuxtla Gtz., Chis.	0	0	0	0	1	1
Sanidad Vegetal, Q.R.	0	0	0	0	1	1
UJAT, Tab.	0	0	0	0	1	1
Tec. Mérida, Yuc.	0	0	0	0	1	1
Total	59	73	25	49	19	225



4.6 Programas de producción y suministro de semillas

Los productos del fitomejoramiento son las variedades mejoradas, las cuales se manipulan para superar las limitantes de rendimiento, adaptabilidad, calidad, factores adversos y requerimientos de la industria y del propio productor; sin embargo, todo el esfuerzo, los recursos y el tiempo empleado para obtener una variedad mejorada pueden perderse de no seguir un esquema apropiado de mantenimiento y multiplicación de las semillas, para el mantenimiento de las características por las cuales se libera una variedad, lo cual requiere de personal capacitado y de infraestructura especial para llevar a cabo tales propósitos (Carballo, 1992).

En México la producción de semilla con fines de abasto para siembras comerciales es uno de los aspectos más descuidados dentro de los programas relacionados con los recursos fitogenéticos, a pesar de ser la actividad que realmente culmina la cadena de esfuerzos y a través de la cual se materializa el aprovechamiento de dichos recursos.

Los resultados de las encuestas revelaron que en realidad son muy escasos los programas que involucran producción de semillas, detectándose sólo 15 en este rubro (Cuadro 4.6), considerando en este listado el concepto de semilla en su acepción más general, es decir, abarcando propágulos para reproducción vegetativa. Además de ser escasos, varios de estos programas tienen un componente académico importante, es decir, sus objetivos están más relacionados hacia la enseñanza y generación de tecnología que directamente con la producción y abasto de semillas per se en el ámbito comercial. A pesar de ser poco numerosos, se alcanza a notar una relativa concentración de los programas de producción de semilla en la región Centro-Sur (Cuadro 4.6).

CUADRO 4.6

Programas nacionales de recursos fitogenéticos relacionados con producción de semillas

Región	Breve descripción del programa
CENTRO	<ol style="list-style-type: none"> Programa de producción de semilla de maíz del ITA 33 de Roque, Gto. Programa con énfasis académico, impulsado mediante el uso de variedades provenientes del CIMMYT y de la UAAAN. Programa de producción artesanal de semilla de maíz del INIFAP-Norte de Guanajuato. Pone énfasis en la capacitación teórico-práctica a pequeños productores de maíz de temporal del centro y norte de Guanajuato. Generación de tecnologías alternativas en la producción de semilla de cultivos Básicos y Hortalizas del CUCBA-U de G. Con un fuerte componente académico, encaminado a generar técnicas más eficientes y de bajo costo para la producción de semillas.
CENTRO-SUR	<ol style="list-style-type: none"> Programa de fitomejoramiento de maíz del Colegio de Postgraduados (Dr. Aquiles Carballo Carballo). Se involucran esfuerzos significativos para la producción de semilla de híbridos propios para Valles Altos. Producción de plantas de papa libres de virus en el INIFAP-Toluca. Además del mantenimiento de germoplasma <i>in vitro</i>, se practica micropropagación para generar plantas libres de virus. Programa de producción de semilla de maíz de la Universidad Autónoma de Guerrero. Para cubrir una demanda de la semilla comercial que siembra el agricultor, aunque no se especifican las categorías producidas. Producción de semilla de portainjertos y yemas de cítricos libres de virus en la Costa Oaxaqueña (INIFAP-Costa Oaxaqueña). Producción de Semillas de Alto Registro del INIFAP-Cotaxtla, incluyendo maíz, frijol, arroz y sorgo. Programa de Mejoramiento Genético Integral de la UACH (Dr. Moisés Mendoza Rodríguez). Es un programa de mejoramiento genético para la adaptabilidad en la Mesa Central, produciendo y difundiendo híbridos y variedades de maíz.
NOROESTE	<ol style="list-style-type: none"> Programa de semillas silvestres de Culiacán (Universidad Autónoma de Sinaloa). El enfoque no es hacia cultivos comerciales, sino hacia la protección de especies amenazadas. Se colecta, conserva y se produce semilla de especies silvestres de la región sur de Sonora.
NORESTE	<ol style="list-style-type: none"> Programa de mejoramiento y producción de semilla de triticale de la UAAAN. Se aplican varios métodos de mejoramiento para generación de nuevas variedades y se establecen parcelas demostrativas y lotes de producción de semilla para venta. Producción y mejoramiento de semillas criollas de maíces azules y rojos, Universidad Autónoma de Chihuahua.
SURESTE	<ol style="list-style-type: none"> Manejo de especies silvopastoriles, multiplicación de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras, INIFAP-Edzna, Camp. Incluye pruebas de adaptación de plantas a la Península de Yucatán y su producción de semillas. Producción de semilla de frutas regionales, Instituto Tecnológico Agropecuario, China, Camp. Se enfoca a especies que por su poca demanda están amenazadas de desaparición. Huertas madre para producción de semilla híbrida de cocotero, Comité de Sanidad Vegetal de SAGARPA, Q.R. El programa derivó de campañas fitosanitarias para control genético del amarillamiento letal del cocotero.

4.7 Conclusiones

- Contrario a la percepción generalizada existente hoy en día, las instituciones nacionales constituyen en su conjunto un proveedor muy activo de germoplasma, rebasando las 50 mil muestras distribuidas por año utilizadas en aspectos diversos.
- En general, los programas que manejan recursos fitogenéticos son activos en cuanto a la realización de estudios de usos potenciales, tanto etnobotánicos como de prospección biológica, sobre todo de estos últimos, notándose además la presencia de algunos programas enfocados hacia el área molecular, análisis y aislamiento de genes.
- La mayoría de los programas nacionales realizan actividades de caracterización y evaluación de germoplasma, como un paso previo al mejoramiento genético de los cultivos; sin embargo, hay una notable escasez en actividades de premejoramiento.

4. El fitomejoramiento es el uso principal del germoplasma en México, con alrededor de 200 programas de mejoramiento genético de cultivos, enfocados a 50 especies, donde sobresalen por frecuencia los programas de maíz, trigo, chile y frijol, concentrándose éstos en el INIFAP, Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados y Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
5. Los programas de producción y abasto de semilla son escasos y sin articulación entre ellos, además de que en algunos casos tienen un énfasis académico, sin vinculación directa con la producción.

4.8 Recomendaciones

1. Es necesario mantener y fortalecer los esfuerzos nacionales para continuar con la dinámica detectada en el presente estudio con respecto al flujo del germoplasma, toda vez que México posee una de las riquezas más notables a nivel mundial en cuestiones de diversidad de plantas, la cual es necesario aprovechar.
2. Es altamente deseable continuar explorando con sus diferentes enfoques, desde el etnobotánico hasta el molecular, la diversidad vegetal con que cuenta el país, con la finalidad de incorporar al acervo de recursos genéticos las especies y sus variantes que hasta la fecha no se contemplan para su utilización.
3. La caracterización y evaluación de germoplasma deben continuar impulsándose; de manera especial, es necesario fortalecer las actividades de premejoramiento como una forma de hacer más accesible los recursos genéticos a los programas de fitomejoramiento.
4. El fitomejoramiento debe apoyarse fuertemente para salir del semi abandono en que se encuentra actualmente esta actividad en México, toda vez que los análisis económicos indican que se trata de uno de los aspectos donde la inversión en investigación es de las más eficientes; asimismo, los programas deben desconcentrarse, involucrando a las instituciones regionales en estas actividades como estrategia para ampliar el espectro de uso de recursos genéticos presentes en los diversos nichos ecológicos del país.
5. Es altamente recomendable establecer un sistema nacional de producción y distribución de semillas bien articulado y con cobertura amplia, con el fin de extender el aprovechamiento eficiente de los recursos fitogenéticos a regiones o sectores sociales hasta ahora con poca atención.

Literatura consultada

Allaby, R. G., M. K. Jones, and T. A. Brown. 1994. DNA in charred wheat grains from the Iron Age hillfort at Danebury, England. *Antiquity* 68: 126-132.

Avendaño A., C. H. 1997. Relación fitogenética entre frijoles prehispánicos, silvestres y cultivados, con la técnica de RAPD's. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 79 p.

Barahona, A., and F. J. Ayala. 2005. The emergence and development of genetics in Mexico. *Nature Reviews Genetics* 6(11): 860-866.

Brogliè, R., G. Coruzzi, R. T. Fraley, S. G. Rogers, R. B. Horsch, J. G. Niedermeyer, J.S. Flick, and N.H. Chua. 1984. Light-regulated expression of a pea ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase small subunit gene in transformed plant cell. *Science* 224: 838-843.

Bruns, T.D., R. Fogel, and J.N. Taylor. 1990. Amplification and sequencing of DNA from fungal herbarium specimens. *Mycologia* 82: 175-184.

Carballo C., A. 1992. La calidad genética y su importancia en la producción de semillas. En: Situación Actual de la Producción, Investigación y Comercio de Semillas en México. L.E. Mendoza O., E. Favela Ch., P. Cano R. y J.H. Esparza M. (eds.). Memoria del Tercer Simposio Mexicano sobre Semillas Agrícolas. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, Edo. de México. pp: 80-101.

Dubin, H.J. and E. Torres. 1981. Causes and consequences of the 1976-77 wheat leaf rust epidemic in northwest Mexico. *Annual Review of Phytopathology* 19: 158-166.



- Duvick, D.N. 1990. Genetic enhancement and plant breeding. In: *Advances in New Crops: Proceedings of the First National Symposium New Crops Research, Development, Economics*. J. Janick and J.E. Simon (eds.). Timber Press. Portland , Oregon. pp: 90-96.
- Ekboir, J., J.A. Espinosa G., J.J. Arellano E., G. Moctezuma L. y A. Tapia N. 2003. Análisis del Sistema Mexicano de Investigación Agropecuaria. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F. 34 p.
- Goloubinoff, P., S. Pääbo, and A.C. Wilson. 1993. Evolution of maize inferred from sequence diversity of an *adh2* gene segment from archaeological specimens. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90:1997-2001.
- Hernández X., E. 1998. El concepto de etnobotánica. En: *Lecturas en Etnobotánica*. J.A. Cuevas S., E. Cedillo P., A. Muñoz O., P. Vera C. (eds.). Serie Didáctica de Etnobotánica No. 1. Publicaciones del Programa Nacional de Etnobotánica. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. pp. 3-9.
- Horsch, R.B., R.T. Fraley, S.G. Rogers, P.R. Sanders, A. Lloud and N.L. 1984. Inheritance of functional foreign genes in plants. *Science* 223: 496-498.
- Jones, Q. 1983. Germplasm needs of oilseed crops. *Economic Botany* 37: 418-422.
- Mann, C. 1997. Cashing on seed banks' novel genes. *Science* 277(529): 1042.
- Orona-Castro, F., V. Pecina-Quintero, M.A. Rocha-Peña, V.M. Parga-Torres, O. Martínez-de la Vega y I.H. Almeyda-León. 2004. Caracterización de variedades y líneas élite de papa (*Solanum tuberosum* L.) en México utilizando marcadores RAPD y SSR. *Phyton* 2004: 289-300.
- Ortega P., R., M.A. Marínez A. y J.J. Sánchez G. 2003. Recursos fitogenéticos autóctonos. En: *Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura*. P. Ramírez V., R. Ortega P., A. López H., F. Castillo G., M. Livera M., F. Rincón S. y F. Zavala G. (eds.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, Edo. de México. pp: 27-50.
- RCTA. 2005. La prospección biológica en la Antártida. Reunión Consultiva XVIII del Tratado Antártico. Documento WP013. Estocolmo, Suecia. 8 p.
- Rogers, S.O., and A.J. Bendich. 1985. Extract of DNA from milligram amounts of fresh herbarium and mummified plant tissue. *Plant Molecular Biology* 5: 69-76.
- Shands, H.L., and A.K. Stoner. 1997. Agricultural germplasm and global contribution. In: *Global Genetic Resources: Access, Ownership, and Intellectual Property Rights*. K.E. Hoaglund and A.Y. Rossman (eds.). Beltsville Symposia on Agricultural Research. Association of Systematic Collections. Washington, D.C.
- Simpson, R.D. and R.A. Sedjo. 1998. The value of genetic resources for use in agricultural improvement. In: *Agricultural Values of Plant Genetic Resources*. R.E. Evenson, D. Gollin and V. Santaniello (eds.). CABI Publishing. Wallingford, U.K.
- Smale, M., K. Day-Rubenstein, A. Zohrabian, and T. Hodkin. 2001. The demand for crop genetic resources: international use of the U.S. National Plant Germplasm System. EPTD Discussion Paper No. 82. International Food Policy Research Institute (Washington, D.C., USA) and International Plant Genetic Resources Institute (Rome, Italy). 24 p.
- Turnes, M. 2001. El Convenio sobre la Diversidad Biológica, el acceso a los recursos genéticos y la distribución de beneficios. Su aplicación y su problemática en la Argentina. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa, La Pampa, Argentina. 89 p.
- UNEP. 2003. Convention on Biological Diversity (with Annexes). Concluded on June 5, 1992. United Nations Environment Programme. Rio de Janeiro, Brazil. 83 p.

USDA. 1990. New germplasm helps assure food for the future. News Feature. News Division, Office of Public Affairs, U.S. Department of Agriculture. Washington, D.C. 25 p.

Vavilov, N.I. 1992. Origin and Geography of Cultivated Plants. Translated from Russian by Doris Love. Cambridge University Press. England. 532 p.

Wright, B. 1997. Crop genetic resource policy: the role of *ex situ* genebanks. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics 41: 87-115.



FLUJO DE GERMOPLASMA

Jesús Axayacatl Cuevas Sánchez¹ y
José Francisco Santiaguillo Hernández²

¹Profesor Investigador
Departamento de Fitotecnia
Universidad Autónoma Chapingo

²Profesor Investigador
Centro Regional Universitario Occidente (CRUOC)
Universidad Autónoma Chapingo

5.1 Resumen

En el presente Capítulo se indica y discute los datos cuantitativos correspondientes a cada una de las cinco regiones en que se dividió al país, así como un balance general a nivel nacional. Del total de las entrevistas, se detectaron 166 instituciones cuyos proyectos evidenciaron flujo de materiales, ya sea que transmitieron o recibieron accesiones de germoplasma. De 526 proyectos, 293 (56%), evidenciaron flujo de materiales, en tanto que 233 (44%) no reportaron movimiento alguno. De un total de 469 908 (considérese la inclusión de material de vivero; al respecto, véase el Capítulo 4), muestras de germoplasma vegetal en movimiento, 412 862 (88%) fueron transmitidas y 57 046 (12%) fueron recibidas, flujo que, en su mayor parte, fue efectuado dentro del país. El movimiento de accesiones de germoplasma desde o hacia otros países es reducido, involucrando la transferencia alrededor de 4.0% y la recepción cerca de 7%. Estas cifras denotan que, si bien el número de muestras de germoplasma con flujo son similares a las reportadas a nivel internacional, en México aún existe una considerable subutilización tanto de las accesiones de germoplasma como de la información pertinente a las mismas. Los resultados y conclusiones a las que se arribó evidencian la urgencia de: 1. Redactar y aplicar los Acuerdos para la Transferencia de Materiales (ATM) conducentes a la sistematización y regulación jurídica pertinentes a la transferencia y recepción de las muestras de germoplasma dentro y fuera de México; 2. Estandarizar el software a utilizar en la sistematización de los datos asociados a las accesiones de germoplasma, de forma tal que la actualización y difusión de una base de datos nacional sea constante y eficientemente efectuada; y 3. Fortalecer la infraestructura y la capacitación del personal vinculado a las actividades conducentes al uso sustentable de los recursos fitogenéticos, aspectos sin los que la contribución de los bancos de germoplasma a la solución de varios de los problemas que afronta la agricultura del país podría quedar en entredicho.

5.2 Introducción

La transformación irracional del planeta está sucediendo a un ritmo cada vez mayor. El deterioro y erosión de recursos naturales como el agua, el suelo y diversas especies vegetales y animales, es tan grave, que algunos investigadores consideran que la vida de muchas especies, incluida la humana, se encuentra en riesgo. En el caso particular de las plantas, cuyo proceso fotosintético proporciona el oxígeno, los alimentos y otros muchos satisfactores sin los cuales la humanidad no habría podido evolucionar, los datos más recientes señalan que, a nivel mundial, son aproximadamente 26 000 las especies vegetales que se encuentran en peligro de extinción¹; es decir, una cifra muy semejante al total de las especies de plantas vasculares existentes en México. Esta situación, ha obligado a los gobiernos e investigadores de diversos países a implementar acciones concretas conducentes a la solución de tan preocupante problema.

¹ Fuente: <http://www.europa.eu.int>. (European Commission for Global Biodiversity Information Facility)



Entre las acciones relacionadas con la conservación (*ex situ* e *in situ*) de los recursos fitogenéticos, los llamados Bancos de Germoplasma han destacado entre las más importantes a nivel internacional. No obstante, la conservación de la diversidad genética contenida en diferentes estructuras vegetales (semillas, polen, meristemos, estacas e incluso plantas completas), no debe ser el único objetivo de dichos bancos. Si realmente se desea contribuir a la solución de problemas concretos, los materiales conservados en los mismos, deben ser, una vez documentados y caracterizados, transferidos con eficiencia a los productores responsables de su cultivo y domesticación milenaria, así como a los investigadores que habrán de estudiarlos o mejorarlos genéticamente aplicando los avances en las ramas de la ciencia y la tecnología pertinentes. Lo anterior, enfatiza la importancia de conocer, con la mayor precisión posible, la forma en que hasta la fecha se ha efectuado el flujo del germoplasma de los recursos fitogenéticos en México, para, con base en el análisis de la situación actual, establecer las recomendaciones y lineamientos conducentes a su aprovechamiento sustentable en el futuro.

Como una de las consecuencias derivadas de la Convención sobre la Biodiversidad (CBD), varios países e instituciones (USDA, RBGKEW, CIMMYT, CIAT, entre otros) en aras de establecer una clara normatividad jurídica en el flujo del germoplasma vegetal, han redactado y aplicado los llamados Acuerdos para la Transferencia de Materiales (ATMs). En México los esfuerzos conducentes a la implementación de este tipo de acuerdos no habían sido considerados prioritarios, omitiéndose por ende su consideración en los múltiples foros en los que debió haber sido uno de los temas principales a discutir. Hoy, por primera vez, gracias a los avances del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI) auspiciado por la SAGARPA-SNICS, así como a la información obtenida bajo la coordinación de la SOMEFI, se está en condiciones, no sólo de diagnosticar el flujo del germoplasma de los recursos fitogenéticos dentro y fuera de las fronteras del territorio mexicano, sino lo que seguramente será más trascendental: redactar y aplicar los ATM pertinentes a un mejor estudio, conservación y aprovechamiento de la diversidad genética involucrada en el germoplasma de los *taxa* vegetales que en las distintas regiones que integran el país son considerados prioritarios.

5.3 Observaciones sobre el flujo de las accesiones de germoplasma

5.3.1 Observaciones generales

Una consideración de relevancia en el flujo de germoplasma, consiste en señalar que se incluyeron datos del flujo de material de vivero, así, de la sistematización y análisis de la información contenida en la base de datos se pueden establecer las siguientes observaciones generales:

5.3.2 Total de Proyectos (TP) registrados en cada región

El Total de Proyectos (TP) en marcha (con y sin flujo de germoplasma) en cada una de las cinco regiones consideradas (Cuadro 5.1), es muy heterogéneo, destacando la región: Centro-Sur, con el mayor número de proyectos (164). Sin embargo, la correcta ponderación de la información debe considerar que, es precisamente ésta región en la que se ubican varios *campi* de las instituciones de enseñanza e investigación de mayor tamaño en nuestro país (UNAM, INIFAP, IPN, UACH, entre otras). En contra parte en el Noroeste se registró la menor cantidad (64) de proyectos en marcha.

CUADRO 5.1

Síntesis general de los datos relativos al flujo de germoplasma de los Recursos Fitogenéticos, en las cinco regiones en que se dividió el territorio nacional por la SOMEFI

Flujo de germoplasma: balance general por región							
TP	PSFM	PCFM	TMCF	PTM	MT	PRM	MR
REGIÓN CENTRO							
130	73	57	23 335	44	16 234	35	7 101
REGIÓN CENTRO-SUR							
164	64	100	46 527	92	41 316	60	5 211
REGIÓN NOROESTE							
64	28	36	114 232	20	99 116	16	15 116

Flujo de germoplasma: balance general por región							
TP	PSFM	PCFM	TMCF	PTM	MT	PRM	MR
REGIÓN NORESTE							
91	26	65	139 625	63	110 477	45	29 148
REGIÓN SURESTE							
77	42	35	146 189	31	145 719	8	470
526	233	293	469 908	250	412 862	164	57 046

TP: Total de Proyectos, PSFM: Proyectos sin Flujo de Materiales, PCFM: Proyectos con Flujo de Materiales, TMCF: Total de Muestras Con Flujo, PTM: Proyectos que Transferen Materiales, PRM: Proyectos que Reciben Materiales, MT: muestras transferidas, MR: muestras recibidas. Con azul se han enfatizado las cifras mayores y con rojo las menores.

Del total de las entrevistas efectuadas, se detectaron 166 instituciones cuyos proyectos evidenciaron flujo de materiales, ya sea que transmitieron o recibieron accesiones de germoplasma. Dichas instituciones reportaron un total de 526 proyectos, de los cuales 293 (56%) evidenciaron movimiento de sus colectas, en tanto que 233 (44%) no reportaron flujo alguno de materiales.

Sin dejar de considerar la importancia de los datos globales, y dado que en el presente capítulo el tema central es el flujo de las accesiones de germoplasma, es importante analizar, para cada región, la información relativa a los proyectos que, de los totales antes indicados, evidenciaron o no flujo de los materiales estudiados o conservados, así como las cifras relativas al número de muestras transmitidas o recibidas en cada una de las cinco regiones en que se dividió al país para realizar este informe.

5.3.3 Proyectos sin flujo de materiales (PSFM)

Según se puede apreciar en el Cuadro 5.1, la región Centro, fue la que registró el menor número de proyectos con movimiento de accesiones de germoplasma, con 73 de 130 (56%) los proyectos que no registraron flujo alguno de materiales, aspecto que, según se indica más adelante, habrá de repercutir en la disminución de muestras de germoplasma susceptibles de transmitirse o recibirse.

5.3.4 Proyectos con Flujo de Materiales (PCFM)

En términos relativos, al comparar las cifras pertinentes a la variable PCFM, con el Total de Proyectos (TP) registrados en cada región, se observa que, fue la región Noroeste, con 65 proyectos con flujo de materiales (PCFM), la que evidenció el flujo de accesiones, cifra que, según se indica en el Cuadro 5.2, representa el 71% del total de los 91 proyectos realizados en la misma, en tanto que la región Centro, con sólo 57 Proyectos con Flujo de Materiales, se ubicó en el último lugar, cantidad que representó 44% del total de 130 proyectos registrados en la misma.

Dentro de los Proyectos con Flujo de Materiales (PCFM), es conveniente distinguir aquellos que sólo transfieren materiales (PTM), de los que únicamente los reciben (PRM), o bien de los que realizan el flujo de germoplasma en ambos sentidos, ya que dicha información forma parte de las evidencias a considerar al tratar de evaluar la dinámica del aprovechamiento de las accesiones de los recursos fitogenéticos conservadas en los bancos de germoplasma de México.

CUADRO 5.2

Porcentajes relativos a los Proyectos con Flujo de Materiales, considerando como 100% el total de proyectos (con y sin flujo de materiales) registrados en cada una de las cinco regiones

Región	Total de Proyectos con y sin flujo de Materiales	Total de Proyectos con Flujo de Materiales	Proyectos con Flujo de materiales %
NORESTE	91	65	71
CENTRO-SUR	164	100	61
NOROESTE	64	36	56
SURESTE	77	35	45
CENTRO	130	57	44

Total de Muestras con Flujo (TMCF)

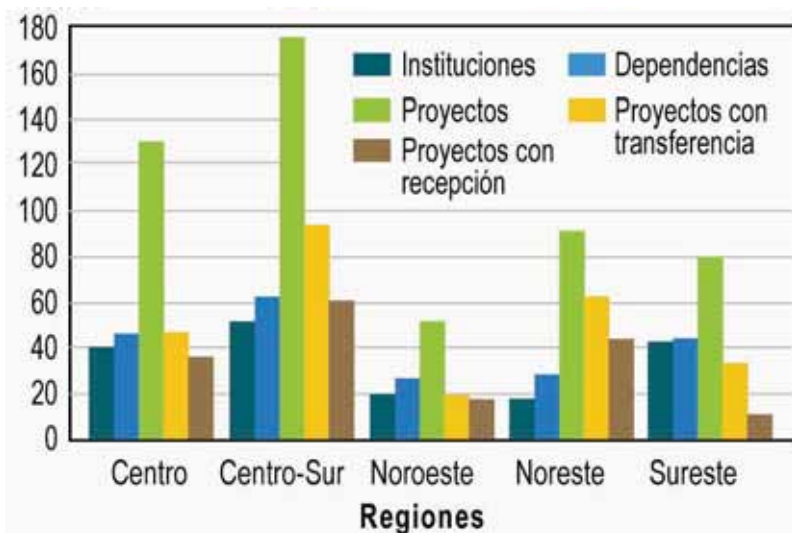


En contraste con lo indicado en el párrafo previo, si se compara las cifras correspondientes al Total de Muestras con Flujo de Materiales (TMCF) registradas en cada región, se observa que, fue la Sureste la que, con 146 189 muestras, ocupó el primer sitio, ubicándose en el extremo opuesto la región Centro, con sólo 23 335 muestras con flujo. La Centro-Sur, la cual (según se indicó en el párrafo previo) con relación al Total de Proyectos ocupó el primer sitio, analizada desde este punto de vista, se ubicó en el penúltimo lugar con 46 527 muestras de germoplasma con flujo, es decir, ya sea que se estén transfiriendo o recibiendo.

Además de lo expresado en los párrafos anteriores, el análisis de la transferencia y recepción de muestras de germoplasma vegetal a nivel de las regiones delimitadas por la SOMEFI (Figura 5.1), mostró que la Centro-Sur destaca por la mayor cantidad de instituciones, dependencias, total de proyectos registrados, proyectos con flujo de materiales, así como por el número de éstos que transfirieron germoplasma. Sin embargo, es importante considerar que, además de lo antes dicho en relación con el número y magnitud de las instituciones involucradas en esta región, la importancia relativa de la misma se debe a que su acotamiento comprendió un mayor número de estados en relación a las demás regiones definidas con base en los criterios aplicados por la SOMEFI.

FIGURA 5.1

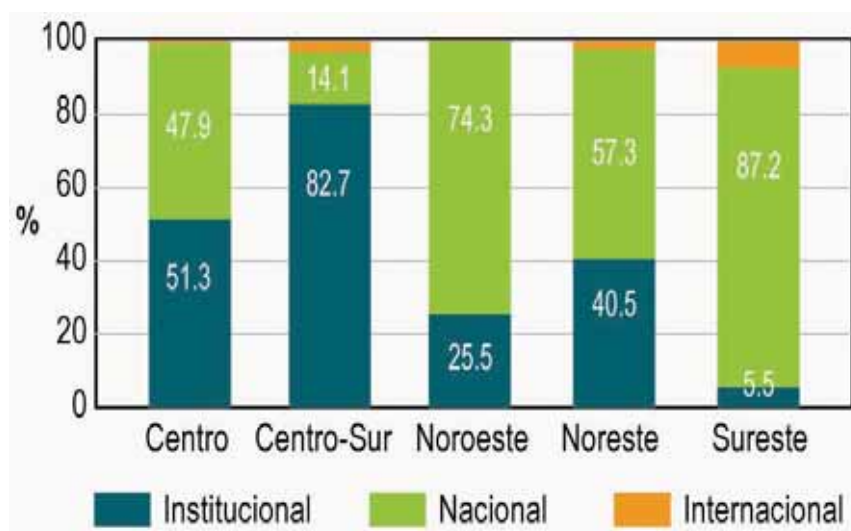
Instituciones, Dependencias, proyectos registrados, proyectos con transferencia y proyectos con recepción de germoplasma por regiones



5.4 Ámbito del flujo de los materiales

De un total de 469 908 muestras de germoplasma vegetal en movimiento, 412 862 (88%) fueron transmitidas y 57 046 (12%) fueron recibidas, efectuándose dicho flujo en su mayor parte a nivel institucional y nacional (Figura 5.2); al respecto es muy lamentable el escaso uso que los investigadores nacionales hacen del germoplasma existente en los bancos de germoplasma de otros países.

FIGURA 5.2

Muestras de germoplasma transferidas por región asociadas a su destino**5.5 Muestras transmitidas****5.5.1 Ámbito institucional**

Considerando que este tipo de flujo de materiales implica que las instituciones registradas sólo transmiten muestras de germoplasma hacia una o más dependencias de la misma institución, la región Centro-Sur, con 82.7% del movimiento de las accesiones restringidas a este ámbito, fue la que ocupó el primer lugar, en tanto que, en el extremo opuesto, el Sureste, con sólo 5.5% de los casos, fue la que evidenció el menor flujo de accesiones de germoplasma a este nivel.

5.5.2 Ámbito nacional

Este ámbito se refiere a aquellos casos en los que la transmisión de los materiales no estuvo restringida a las dependencias de una misma institución, sino que, además, involucró intercambio de las accesiones de germoplasma en estudio o conservación con algunas otras dependencias e instituciones ubicadas dentro del territorio nacional.

5.2.3 Ámbito internacional

Tal y como el nombre lo sugiere, el flujo de materiales en este ámbito involucró aquellos casos en los que las accesiones de germoplasma fueron enviadas hacia una o más instituciones del extranjero, ámbito en el que, según se observa en la Figura 5.2, la región Sureste, con 7.3% del total de las accesiones registradas, evidenció el mayor flujo de accesiones de germoplasma a nivel internacional, en tanto que, el Noroeste, con tan sólo 0.2% de los materiales, evidenció el menor movimiento de sus accesiones a este mismo nivel, situación un tanto preocupante ya que según el criterio aplicado por la SOMEFI, esta región incluye al estado de Chihuahua (el más grande de México), como a Durango, ambos importantes por la diversidad de recursos fitogenéticos de utilidad no sólo al desarrollo de esta región, sino de otras áreas del país en los que existen tipos de vegetación similares.

Se considera que el análisis del flujo de materiales en los tres ámbitos indicados en los párrafos previos es importante, ya que, además de proporcionar una idea del dinamismo con el que las accesiones de germoplasma de los recursos fitogenéticos son estudiadas y aprovechadas en México, nos permite ir acotando las acciones conducentes a la definición de algunas acciones que propicien un flujo de materiales más ordenado, amplio y eficiente.

5.6 Muestras Recibidas

La región Noreste reportó 45 proyectos con recepción de materiales, sumando un total de 29 148 muestras recibidas, la mayor magnitud de todas las reportadas por el resto de las regiones. Por su parte la región Sureste, con sólo ocho proyectos recibiendo materiales, se ubicó en el lugar más bajo con 470 accesiones recibidas (Cuadro 5.1).

5.6.1 Ámbito institucional

Además de lo indicado en el párrafo previo, según se indica en la Figura 5.3, analizando la recepción de las muestras de germoplasma a nivel institucional, fue la región Noreste la que con 56.5% ocupó el primer sitio, siendo la región Noroeste con 22.3% la que recibió el menor número de muestras de las propias instituciones que la integran.

FIGURA 5.3

Muestras de germoplasma recibidas por región de acuerdo a su origen



5.6.2 Ámbito nacional

En contraste con lo anterior, en el ámbito nacional, la región Noroeste, con 73.5% de las accesiones de germoplasma recibidas, fue la que se ubicó en primer lugar dicho ámbito.

5.6.3 Ámbito internacional

En relación con las muestras de germoplasma recibidas de otros países, la Figura 5.3, indica que, la región Centro 36.6% se ubicó en el primer sitio, en tanto que la región Noroeste, con sólo 4.2%, fue la que recibió un menor número de accesiones de germoplasma provenientes del extranjero.

5.7 Análisis del flujo de materiales a nivel estatal

El análisis de las entidades federativas en relación con el uso y flujo de germoplasma, mostró que Quintana Roo, registró el número más elevado de instituciones que poseen material genético de la región Sureste. Este Estado, junto con Jalisco (región Centro) y Estado de México (Región Centro-Sur), reportaron 13 dependencias que utilizan y tienen bajo su resguardo material genético (Cuadro 5.1). Aguascalientes, Colima y Sinaloa representaron entidades poco fortalecidas en infraestructura institucional relacionada con el uso y resguardo de germoplasma, debido al menor número de instituciones y dependencias comprendidos en dichos estados.

Todos los estados registraron al menos cinco proyectos relacionados con el uso de germoplasma, destacando México, Jalisco y Guanajuato con 66, 37 y 31, respectivamente, debido a las instituciones de investigación y enseñanza que en ellos se encuentran. Las entidades donde el estudio y conservación de los Recursos Fitogenéticos evidencia ser escasa,



con base en el menor número de proyectos, fueron: Querétaro, Tlaxcala, Zacatecas, Sinaloa, Aguascalientes e Hidalgo, con cinco, seis, seis, seis, siete y siete, respectivamente (Cuadro 5.3).

FIGURA 5.4

Muestras de germoplasma transferidas por proyectos institucionales en cada uno de los Estados



CUADRO 5.3

Entidad federativa, número total de instituciones, dependencias y proyectos registrados, proyectos que transfieren materiales y muestras transferidas anualmente en promedio

Entidad	Número total			Proyectos que transfieren Materiales		Total de Muestras transferidas	Materiales transferidos (%)		
	Instituciones registradas	Dependencias registradas	Proyectos registrados	Número	%		Misma institución	Nivel nacional	Nivel internacional
AGUASCALIENTES	2	2	7	2	28	501	77.0	20.0	3.0
B.C.	6	8	9	8	89	13 153	23.5	76.5	0.0
B. C. SUR	3	4	17	4	23	660	0.3	99.4	0.3
CAMPECHE	8	8	15	5	33	5 115	82.6	17.4	0.0
CHIHUAHUA	2	4	14	11	78	1 391	15.3	76.7	8.0
CHIAPAS	5	6	12	6	50	2 260	21.2	65.3	13.5
COAHUILA	2	5	33	23	69	4 142	69.5	16.6	13.9
COLIMA	2	2	8	3	37	3 367	11.0	89.0	0.0
D. FEDERAL	3	3	8	5	62.5	2 601	49.4	50.6	0.0
DURANGO	5	5	10	8	80	100 847	39.8	59.9	0.2
EDO. MÉXICO	9	13	66	38	57	4 541	22.7	48.6	28.8
GUERRERO	4	5	15	15	100	730	74.7	25.3	0.0
GUANAJUATO	4	5	31	9	29	6 151	30.0	69.0	1.0
HIDALGO	5	5	7	2	28	261	19.2	80.8	0.0
JALISCO	8	13	37	17	46	4 366	97.0	3.0	0.0
MICHOACÁN	8	8	16	3	18	586	93.0	7.0	0.0

Entidad	Número total			Proyectos que Transfieren Materiales		Total de Muestras transferidas	Materiales transferidos (%)		
	Instituciones registradas	Dependencias registradas	Proyectos registrados	Número	%		Misma institución	Nivel nacional	Nivel internacional
MORELOS	4	4	12	10	83	604	82.0	18	0.0
NVO. LEON	2	3	8	5	62	1 735	54.8	19.2	25.9
NAYARIT	4	4	12	1	8	20	100.0	0.0	0.0
OAXACA	8	10	21	7	33	30 161	99.7	0.3	0.0
PUEBLA	8	8	14	3	21	228	12.3	87.7	0
Q. ROO	13	13	14	4	28	83 015	0	91.7	8.3
QUERÉTARO	5	5	5	3	60	50	0.0	60	40
SINALOA	2	2	6	3	50	550	100	0.0	0.0
S. L. POTOSÍ	5	5	12	6	50	690	100	0.0	0.0
SONORA	8	11	17	3	17	348	31.35	62.9	5.75
TABASCO	7	7	17	5	29	2 824	11.3	88.7	0.0
TAMAULIPAS	3	7	19	14	73	2 292	19.2	33.1	47.7
TLAXCALA	3	3	6	0	0	0	0.0	0.0	0.0
VERACRUZ	6	11	26	13	50	1 868	22.3	77.7	0.0
YUCATÁN	9	10	20	12	60	4 705	7.3	92.7	0.0
ZACATECAS	3	3	6	1	16	20	100.0	0.0	0.0
TOTAL	166	202	520	249		279 782	34.2	61.8	4.0

No todos los proyectos registrados, relacionados con el estudio o utilización de germoplasma vegetal necesariamente realizan actividades de transferencia o recepción de éste (Figura 5.4). Sólo en el caso del Estado de Guerrero, 100% de los proyectos registrados involucraron concomitantemente al estudio de los Recursos Fitogenéticos, algún grado de transferencia de los mismos. 21 estados transfieren 50% o menos y en Tlaxcala, ningún proyecto reportó transferencia de materiales.

Lo anterior evidencia la importancia del Acuerdo de Transferencia de Materiales (ATM), que ha venido impulsando el SNICS como el marco jurídico que permita establecer las condiciones justas y equitativas en relación a un mejor flujo del material genético, que a la fecha permanece bajo custodia legal incierta en un amplio número de instituciones nacionales.

El número de muestras de germoplasma que se transfiere en promedio al año por los proyectos institucionales, en cada estado, varía de cero en Tlaxcala a 100 847 en Durango. En este último caso, tiene un efecto significativo la producción de planta de pino y otras especies arbóreas destinadas a la reforestación, destinada en 59.9% a instituciones y dependencias del país.

El 43.8% de las entidades transfiere menos de 1 000 muestras de germoplasma por año. Nayarit, Zacatecas, Puebla e Hidalgo transfieren de manera respectiva 20, 20, 50 y 228, Oaxaca 30 161 (99.7% en un ámbito institucional) y Quintana Roo 83 015 (91.7% a nivel nacional). Baja California con sólo nueve proyectos de seis instituciones, transfiere 13 153 muestras, es decir, 76.5% en el ámbito nacional.

La recepción de muestras de germoplasma por proyecto en los Estados es menor a la transferencia. La primera es máxima en Nuevo León con 75%, en 27 estados es menor a 50% y en Nayarit, Sonora y Tlaxcala es de cero (Cuadro 5.4).



CUADRO 5.4

Entidad federativa, número total de instituciones, dependencias y proyectos registrados, proyectos que reciben materiales y muestras recibidas en promedio anual

Entidad	Número Total			Proyectos que reciben materiales		Total de Muestras recibidas	Materiales recibidos (%)		
	Instituciones registradas	Dependencias registradas	Proyectos registrados	Número	%		Misma Institución	Nivel nacional	Nivel Internacional
AGUASCALIENTES	2	2	7	2	28	8	12.0	0.0	88.0
B. C.	6	8	9	6	66	13 447	22.5	74.4	3.1
B. C. SUR	3	4	17	6	35	1 355	0.0	99.9	0.1
CAMPECHE	8	8	15	1	6	800	75.0	25.0	0.0
CHIHUAHUA	2	4	14	6	43	124	91.1	0.8	8.1
CHIAPAS	5	6	12	3	25	2 140	27.0	63.6	9.3
COAHUILA	2	5	33	14	42	1 860	47.5	25.0	27.5
COLIMA	2	2	8	2	25	202	50.0	50.0	0.0
D. FEDERAL	3	3	8	2	25	2 160	50.0	50.0	0.0
DURANGO	5	5	10	6	60	25 255	60.2	39.6	0.2
EDO. MÉXICO	9	13	66	23	35	770	48.0	38.8	13.2
GUERRERO	4	5	15	6	40	83	45.5	54.5	0.0
GUANAJUATO	4	5	31	8	25	487	37.0	6.0	56.0
HIDALGO	5	5	7	2	28	145	0.0	100.0	0.0
JALISCO	8	13	37	9	24	719	14.0	39.0	47.0
MICHOACÁN	8	8	16	7	43	394	21.0	70.0	9.0
MORELOS	4	4	12	7	58	1 114	62.3	32.5	5.2
NVO. LEON	2	3	8	6	75	545	9.2	28.3	62.6
NAYARIT	4	4	12	0	0	0	0.0	0.0	0.0
OAXACA	8	10	21	8	38	207	82.6	17.4	0.0
PUEBLA	8	8	14	1	7	0	0.0	0.0	0.0
Q. ROO	13	13	14	2	14	45	11.1	88.9	0.0
QUERÉTARO	5	5	5	1	20	6	0.0	75.0	25.0
SINALOA	2	2	6	3	50	648	66.36	0.0	33.64
S. L. POTOSÍ	5	5	12	4	33.3	125	28.0	28.0	44.0
SONORA	8	11	17	0	0	0	0.0	0.0	0.0
TABASCO	7	7	17	2	11	75	0.0	46.7	53.3
TAMAULIPAS	3	7	19	10	52	1 304	12.3	16.8	70.9
TLAXCALA	3	3	6	0	0	0	0.0	0.0	0.0
VERACRUZ	6	11	26	11	42	309	30.1	27.2	42.7
YUCATÁN	9	10	20	2	10	210	0.0	100.0	0.0
ZACATECAS	3	3	6	1	16	50	100.0	0.0	0.0
TOTAL	166	202	520	161	30.96	54 587	44.0	49.2	6.8

El número total de accesiones que se reciben en promedio, anualmente, es de cero en Nayarit, Puebla, Sonora y Tlaxcala, de 13 447 en Baja California y de 25 255 en Durango. En Baja California 74.4% de las accesiones recibidas provienen de diferentes instituciones de México y en Durango el 60.2% tiene como fuente de origen el ámbito institucional. El 75% de las entidades (incluido el D.F.) recibe menos de 1 000 muestras en promedio al año y 59.4% menos de 500 (Figura 5.5).

FIGURA 5.5

Muestras de germoplasma recibidas en cada uno de los Estados**5.8 Flujo de materiales con relación a los taxa y usos involucrados**

El análisis por *taxa* efectuado a partir de aquellos proyectos registrados en los que estaba explícito el taxón bajo estudio, mostró que la investigación en México en materia de Recursos Fitogenéticos se sustenta en 44 familias, 78 géneros y 73 especies botánicas, cifras que a primera vista pudieran parecer grandes. Sin embargo, al contrastar la información obtenida de este estudio con la proporcionada por Rzedowski (1998), autor cuya información sólo considera a las fanerógamas, los valores cambian considerablemente. Así, para el caso de las familias botánicas se tiene que de un total de 220 existentes en México, sólo se ha estudiado alrededor del 20% de las mismas. Para los géneros, de un total de 2 410, el presente trabajo sólo pudo recabar información correspondiente a 3.2%. La situación relativa al número de especies es aún peor; de un total de 22 000 (esta es la cifra más conservadora al respecto), únicamente se ha puesto atención a 0.33%, datos que podrían disminuir mucho más si se acepta como cierta la existencia de 30 000 especies de plantas vasculares propuesta por el propio Rzedowski, o bien si se incluyese en el cálculo de los porcentajes a las plantas no vasculares existentes en México.

De las familias comprendidas en el presente estudio, la investigación se orienta fundamentalmente a las *Poaceae*, *Fabaceae*, *Cactaceae*, *Solanaceae* y *Agavaceae*, con 30.5, 11.8, 10.4, 9.0 y 5.2%, respectivamente, de un total de 289 proyectos registrados en el país. Estas familias fueron también las de mayor representación geográfica, debido a que se registraron proyectos en todas las regiones geográficas delimitadas por la SOMEFI.

Por el contrario, del total de familias estudiadas a la fecha 50% tuvo representación geográfica reducida, toda vez que los proyectos involucrados en cada una de ellas se restringieron a una sola región. Las familias botánicas menos atendidas, asociadas con lo que respecta al flujo de materiales a un solo proyecto de investigación desarrollado por las instituciones y dependencias mexicanas comprendió 38.6% y fueron: *Anonaceae*, *Asteraceae*, *Averrhoaceae*, *Burseraceae*, *Cycadaceae*, *Cyclanthaceae*, *Dioscoreaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fagaceae*, *Labiatae*, *Iridaceae*, *Meliaceae*, *Myrtaceae*, *Myrsinaceae*, *Quenopodiaceae*, *Sapindaceae* y *Scrophulariaceae*.

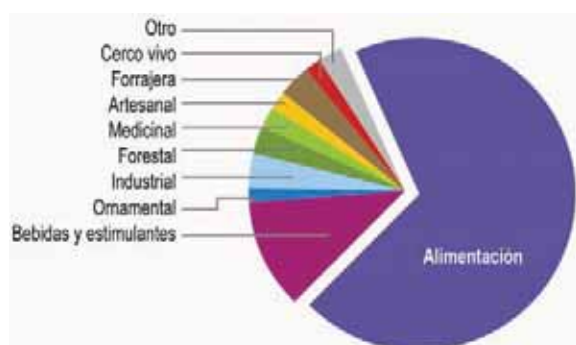
De 78 géneros registrados en el presente trabajo, 47 (60.3%) se encontró asociado a una sola región de las delimitadas por la SOMEFI y 55 (70.5%) a uno o dos proyectos de investigación. Los géneros más estudiados y que concomitantemente evidenciaron un mayor flujo de sus accesiones fueron *Zea*, *Opuntia*, *Capsicum*, *Agave*, *Phaseolus* y *Triticum* con 51, 16, 15, 14, 12 y 11 proyectos, respectivamente.



Por el contrario, los géneros menos atendidos por la investigación desarrollada por las dependencias e instituciones mexicanas fueron: *Acrocarpus*, *Acrocomia*, *Annanas*, *Annona*, *Ardisia*, *Atriplex*, *Avena*, *Averrhoa*, *Azadirachta*, *Bambusa*, *Bouteloa*, *Bursera*, *Carludovica*, *Cayaponia*, *Chamaedorea*, *Cicer*, *Cucumis*, *Cucurbita*, *Dalia*, *Dioscorea*, *Distichlis*, *Fragaria*, *Gladiolus*, *Hevea*, *Litchi*, *Lupinus*, *Malus*, *Mamillaria*, *Neobuxbamia*, *Nopalea*, *Paulownia*, *Pistacia*, *Prosopis*, *Psidium*, *Quercus*, *Saccharum*, *Salvia* y *Trichillia*.

El número menor de especies estudiadas respecto al total de géneros identificados, obedeció a que en 22 de éstos últimos no se precisó la especie bajo estudio. De las 73 especies registradas, cada una de 43 (58.9%) se asoció a una sola región geográfica y 51 (69.9%) a uno o dos proyectos institucionales. Las especies donde se tuvo el mayor número de proyectos fueron: *Zea mays*, *Opuntia ficus-indica*, *Oryza sativa*, y *Physalis ixocarpa* con 51, 9, 7 y 6 cada uno.

FIGURA 5.6
Número de especies asociadas a su uso en México



El análisis de los proyectos con base en el aspecto utilitario de las especies estudiadas (Figura 5.6) mostró que el flujo de germoplasma se asoció en mayor medida al grupo de plantas alimenticias (68.5%) y el grupo integrado por plantas de las que se obtienen bebidas y estimulantes (11.0%). No obstante, la clasificación anterior debe considerarse como preliminar en virtud de la dificultad para acotar las formas de uso de las plantas, debido a que muchas de ellas tienen más de un uso y la agrupación puede variar en función de los criterios utilizados para designar cual de ellos es el principal o el más importante. El mayor número de *taxa* (familias-géneros-especies) estudiados correspondió a las regiones Centro-Sur (28-44-46) y región Centro (26-39-39). Por el contrario, las menores cifras correspondieron a la región Noroeste (11-20-22) y a la Sureste (12-13-13). Los *taxa* de la región Noreste fueron de 14-25-27. En los Cuadros 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 se resumen de manera porcentual los datos antes discutidos.

CUADRO 5.5
Porcentajes relativos considerando como 100% la suma de los datos para todas las regiones en cada uno de los ocho aspectos indicados

Flujo de germoplasma: balance general por regiones							
TP	PSFM	PCFM	TMCF	PTM	MT	PRM	MR
REGIÓN CENTRO							
25	31	20	5	18	4	22	12
REGIÓN CENTRO-SUR							
31	28	34	10	36	10	36	9
REGIÓN NOROESTE							
12	12	12	24	8	24	10	27
REGIÓN NORESTE							
17	11	22	30	25	27	27	51
REGIÓN SURESTE							
15	18	12	31	13	35	5	1
100	100	100	100	100	100	100	100

TP: Total de Proyectos, PSFM: Proyectos Sin Flujo de Materiales, PCFM: Proyectos Con Flujo de Materiales, TMCF: Total de Muestras Con Flujo, PTM: Proyectos que Transferen Materiales, PRM: Proyectos que Reciben Materiales, MT: muestras transferidas, MR: muestras recibidas.

CUADRO 5.6

Porcentajes absolutos correspondientes a los proyectos con flujo de materiales en cada región, considerando como 100% al total de los proyectos registrados (con y sin flujo de materiales) a nivel nacional

Total de proyectos = 526 (100%)	%
REGIÓN CENTRO-SUR	19
REGIÓN NORESTE	12
REGIÓN CENTRO	11
REGIÓN SURESTE	7
REGIÓN NOROESTE	7
Porcentaje de proyectos con flujo de materiales a nivel nacional	56

5.9 Observaciones particulares relativas al flujo de accesiones vinculadas a proyectos elacionados con la conservación *ex situ* e *in situ*

En cuanto al flujo de germoplasma vinculado a los proyectos más estrechamente relacionados con la Conservación *ex situ* de los recursos Fitogenéticos de México, en el Cuadro 5.7, se indican de manera sintética las cifras calculadas para cada una de las cinco regiones consideradas en el presente informe.

CUADRO 5.7

Datos pertinentes al flujo de germoplasma registrado en los proyectos relacionados con la conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos de México

Flujo de germoplasma: conservación <i>ex situ</i>							
TP	PSFM	PCFM	TMCF	PTM	MT	PRM	MR
REGIÓN CENTRO							
26	16	10	2 674	9	2 545	4	129
REGIÓN CENTRO-SUR							
35	24	11	1 308	8	745	7	563
REGIÓN NOROESTE							
12	6	6	70 137	5	70 035	2	102
REGIÓN NORESTE							
9	4	5	600	4	263	4	37
REGIÓN SURESTE							
31	16	15	139 884	14	61 144	3	340
113	66	47	214 603	40	134 732	20	1 171

Por el total de proyectos (TP), por la cantidad de éstos con flujo de materiales (PCFM), por el número de proyectos que reciben muestras de germoplasma (PRM), así como por la cantidad de muestras recibidas (MR), una vez más la región Centro-Sur, se ubicó en el primer sitio. Sin embargo, de manera sobresaliente las regiones Noroeste y Sureste destacaron por la cantidad de muestras transmitidas, así como por el total de muestras con flujo, respectivamente.

A nivel nacional, no obstante haberse registrado relativamente pocos proyectos directamente relacionados con la conservación *ex situ* de germoplasma, las 214 603 muestras con flujo, constituyen un dato de gran interés, equiparable incluso con algunos de los organismos internacionales más relevantes involucrados en el estudio y conservación de recursos fitogenéticos.

En la región Noroeste, el "Jardín Botánico e Invernadero" del Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora, con 70 000 muestras transmitidas, en la región Sureste, la "Huerta Madre de Cocotero para Producción de Semilla Híbrida" a cargo del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de la SAGARPA (Delegación Quintana Roo), con 60 000 muestras transmitidas, así como el Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda González" del Instituto de Historia Natural y Ecología, de Chiapas, con 50 000 muestras transmitidas, resultaron ser los tres proyectos con el mayor flujo de germoplasma a nivel nacional.



Con relación al número de Muestras Recibidas (MR), la región Centro-Sur, fue la que se ubicó en el primer sitio con un total de 563 accesiones, cifra que, no obstante su importancia regional, denota el bajo flujo de germoplasma en este sentido.

En el Cuadro 5.8 se puede observar que, en contraste a lo reportado para la conservación *ex situ*, los datos correspondientes a la conservación *in situ* son realmente preocupantes, pues además de estar involucrados muy pocos proyectos (en las regiones Centro y Centro-Sur sólo se indicó un proyecto), el número de muestras de germoplasma con flujo es nulo en las tres primeras regiones con únicamente 741 las muestras con flujo asociadas a las regiones restantes.

CUADRO 5.8

Síntesis de los datos cuantitativos pertinentes a la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos de México

Flujo de germoplasma: conservación <i>in situ</i>							
TP	PSFM	PCFM	TMCF	PTM	MT	PRM	MR
REGIÓN CENTRO							
1	1	0	0	0	0	0	0
REGIÓN CENTRO-SUR							
1	1	0	0	0	0	0	0
REGIÓN NOROESTE							
7	7	0	0	0	0	0	0
REGIÓN NORESTE							
2	0	2	160	2	150	1	10
REGIÓN SURESTE							
7	4	3	581	3	581	0	0
18	13	5	741	5	731	1	10

Al comparar los datos pertinentes a ambas estrategias de conservación (*ex situ* e *in situ*) se puede cotejar que, en lo referente al número de proyectos involucrados para la conservación *in situ* a nivel nacional (17 en total), éste representa sólo 16% de los proyectos vinculados con actividades de conservación y únicamente 3% en relación con el total de proyectos en marcha en las cinco regiones consideradas en el presente informe.

5.9.1 Aclaraciones pertinentes

Del número total de encuestas que se hicieron en el país, relacionadas con el flujo de accesiones de germoplasma, no se consideraron 38. Las encuestas no consideradas fueron realizadas en 20 Estados de México. El 53.3% de ellas correspondió a Herbarios de diferentes instituciones y 26.3% a Programas Académicos diversos, existiendo en ambos casos, incertidumbre en relación con el material genético en el que se sustenta el posible flujo de germoplasma, correspondiendo 18.4% restante a encuestas con errores en la expresión cuantitativa de los datos reportados, particularmente en lo correspondiente al número de muestras transferidas o recibidas. El mayor número de encuestas no consideradas correspondieron a las regiones Centro-Sur (36.84%) y Centro (26.32%), y el menor en la Noreste (5.26%).

Los herbarios, si bien son de gran importancia en el estudio de los Recursos Fitogenéticos, éstos no realizan propiamente flujo de muestras de germoplasma, sino de ejemplares de herbario.

5.9.2 Comentarios finales, conclusiones y recomendaciones

El flujo de germoplasma, entre los proyectos de instituciones y dependencias de México y de éstas con instituciones extranjeras, es reducido. Lo anterior pone en evidencia la necesidad de contar con Acuerdos de Transferencia de Materiales adecuados donde se establezcan las condiciones necesarias para un mejor flujo de germoplasma en el territorio nacional y con otros países, de conformidad con los principios generales que se establecen en los instrumentos internacionales en torno a los Recursos Fitogenéticos.

Además de otorgar el valor correspondiente a las accesiones localizadas en los bancos de germoplasma en términos de su utilidad, la redacción y aplicación del ATM asociado al proyecto SINAREFI deberá conducir a la regulación del flujo de germoplasma vegetal, de tal forma que se pueda: (1) Precisar el número de *taxa* vegetales comprendidos en los proyectos a través del tiempo; (2) Definir las especies y líneas de investigación consideradas prioritarias a nivel regional;

(3) Acotar las acciones conducentes a la protección legal del germoplasma de los RFAA de México, en particular de aquellos incluidos en los listados del CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna) y pudiesen ser objeto de transferencias a nivel internacional y (4) Acotar de manera concreta los beneficios de que habrán de ser objeto las comunidades o culturas susceptibles de identificarse como generadores de algunos de los recursos vegetales cuyo germoplasma está siendo transferido.

México enfrenta serias limitaciones en relación con infraestructura institucional en torno al flujo de germoplasma. Ante la necesidad de propiciar el estudio, conservación y uso sostenible del germoplasma contenido en los recursos genéticos localizados en México, es conveniente aumentar la infraestructura institucional de todas las entidades del territorio nacional y de manera urgente de aquellas vinculadas a los Bancos de Germoplasma.

El número reducido de *taxa*, visto a nivel de especie, género o familia, en el que se centran los proyectos registrados en torno al estudio y flujo de germoplasma, enfatiza la necesidad de promover mayor investigación en otros *taxa* que hasta la fecha no han sido estudiados o han sido escasamente atendidos por los proyectos institucionales.

Si bien la importancia atribuida al uso de un cierto recurso vegetal es relativa, el análisis preliminar de la información señala a las plantas alimenticias, y las atenuantes y a las ornamentales, como las categorías antropocéntricas más atendidas, y por lo tanto las que evidencian un mayor flujo de su germoplasma. Sin embargo, existen varias especies que, no obstante no figurar entre éstas, podrían ser de gran importancia para la economía o la satisfacción de algunas necesidades a nivel local, tal es el caso de algunas especies medicinales y combustibles.

Finalmente y con el propósito de perfeccionar la información a utilizar en la redacción del presente capítulo en futuros informes, es importante mencionar que, ante la imprecisión en las respuestas proporcionadas por algunos de los investigadores entrevistados para la realización de este capítulo, es conveniente definir con mayor precisión las preguntas a considerar en las encuestas, así como capacitar previamente al personal que habrá de responsabilizarse de su aplicación.

Literatura consultada

Rzedowski J.1998. "Diversidad y Orígenes de la Flora Fanerogámica de México". In: Diversidad Biológica de México. (Editores: Ramamoorthy T. P., R. Bye, J. Fa). Instituto de Biología. UNAM. pp. 129-145.



INSTITUCIONES Y CREACIÓN DE CAPACIDADES

Francisco Zavala García y
Gilberto E. Salinas García

Profesores Investigadores
Facultad de Agronomía
Universidad Autónoma de Nuevo León

6.1 Resumen

Anivel nacional se detectaron 205 instituciones involucradas en trabajos relacionados con los recursos fitogenéticos. A nivel regional, el Sureste presentó el mayor número de instituciones promedio por estado, mientras que el Noreste presentó el promedio más bajo. Esto posiblemente se deba a que en primera es donde se encuentra la mayor diversidad de especies. En relación al número de proyectos y programas, se registraron 558. La región Centro es la que tiene el mayor número de proyectos, mientras que la parte del norte es la que menos proyectos reporta. Las universidades de todos los estados reportaron trabajos en recursos genéticos, con excepción de Aguascalientes. El 44% de los proyectos del país estuvo en las universidades. En México, 1 983 personas participan en la colección, conservación, estudio y aprovechamiento del germoplasma vegetal; 65.2% son investigadores, 20% son técnicos, 14% son trabajadores manuales y menos de 1% ocupan puestos directivos. Existe una concentración de personal dedicado a los recursos fitogenéticos en las entidades federativas del Estado de México, Yucatán, Jalisco, Guanajuato, Baja California Sur y Veracruz. Cada uno de estos estados tienen más de 100 personas dedicadas al tema, las cuales en conjunto representan cerca de 44% de todos los recursos humanos dedicados a los recursos fitogenéticos en el país. La mayoría del personal trabajando con germoplasma vegetal está dedicada a atender colecciones de campo (31%) de diversas especies. Le siguen por orden de importancia aquellos dedicados a las colecciones de trabajo (21%), de semilla (19%), *in situ* (14%), jardines botánicos (10%) y, finalmente, colecciones *in vitro* (6%). En cuanto a especialidades profesionales, el fitomejoramiento y biotecnología son las más comunes. En relación a la capacitación, en México, 92 instituciones participan en la formación de recursos humanos sobre diversos aspectos de los recursos fitogenéticos. En total se ofrecen 570 cursos relacionados con los recursos fitogenéticos, de los cuales 349 son de pregrado, 205 de posgrado y 16 se ofrecen para ambos niveles. Los temas más frecuentes que se abordan en la capacitación incluyen ramas básicas de la biología, tales como botánica, fisiología vegetal, genética, ecología y evolución, así como disciplinas estrechamente relacionadas con el estudio, conservación y aprovechamiento del germoplasma vegetal, tales como etnobotánica, botánica sistemática, biodiversidad y biogeografía. Es de destacar la inclusión de temáticas de más reciente desarrollo, como la biología molecular y la biotecnología. En lo que corresponde a la formación de redes (el concepto difiere al utilizado por el SINARFI), las correspondientes a Colecciones de campo, Colecciones de semillas, Colecciones de trabajo y Colecciones *in vitro*, se concentraron en las regiones Centro y Centro-Sur, mientras que para los Jardines botánicos se concentran en el Sureste. Para colecciones de campo, la red más extensa se encuentra en Guanajuato y es coordinada por el INIFAP-Bajío, con 27 instituciones participando, 12 nacionales y 15 extranjeras y el cultivo involucrado en la red es el aguacate. Para el caso de las Colecciones de semillas, las redes más grandes (más de 17 instituciones) estuvieron en el estado de Guanajuato (INIFAP-BAJIO). La red que le siguió en tamaño fue la de tomate de cáscara en Chapingo con siete instituciones participando. En lo que corresponde a colecciones de trabajo, las redes más grandes fueron para sorgo en Jalisco y Nuevo León. Sin embargo, existe un gran número de redes de un tamaño muy limitado. Se observa la necesidad de integración de esas redes pequeñas para formar redes que abarquen más estados de la república. Para Jardines botánicos, las redes más grandes se encuentran en Quintana Roo, Tabasco y Veracruz. En el norte, Durango fue el que más redes presentó (2).

Las redes de colecciones *in vitro* están más limitadas, ya que fueron pocos los estados que mantienen este tipo de colecciones. Sin embargo, la red más extensa está en Jalisco para el cultivo de Agave.

6.2 Introducción

En México existe la necesidad de organizar el trabajo sobre los recursos fitogenéticos. La pérdida continua de este valioso recurso, obliga al país a desarrollar en forma más efectiva y coordinada, los trabajos que en este importante aspecto se realicen. Las universidades, así como los centros de investigación nacionales, están obligados a coordinarse a través de una interacción efectiva, para asegurar que la labor que se este realizando en el aspecto de los recursos fitogenéticos, resulte benéfica al país y evite la erosión continua y pérdida de este recurso necesario para el futuro de la humanidad. Es por esto, que considerando la información obtenida por la SOMEFI por medio de encuestas, en este capítulo, se analiza lo referente a las instituciones que se dedican a la investigación sobre los recursos fitogenéticos en México, los recursos humanos que participan y las relaciones interinstitucionales que se encuentran concentradas en estas actividades.

6.3 Instituciones

La gran diversidad de recursos genéticos con que cuenta México, al ser considerado uno de los Centros de Origen de las Plantas Cultivadas por Vavilov en 1926, justifica la gran cantidad de instituciones que desarrollan trabajos en esta área del conocimiento; las encuestas detectaron 205 instituciones en el país que de alguna forma están realizando alguna actividad en el tema de Recursos Genéticos (Cuadro A .6.1).

En la región Sureste se reportó el mayor promedio de instituciones por estado, posiblemente porque es la región donde se encuentra la mayor diversidad ecológica del país y donde se encuentra la mayor productividad biológica de las especies de importancia económica para México. Por el contrario, la región árida (Noroeste) es la que presenta el menor promedio (4) de instituciones por estado.

En el Cuadro 6.1 se observa que en valores absolutos, la región Centro es la que concentra el mayor número de instituciones (67), posiblemente se deba por un lado a que involucra el mayor número de estados de las cinco regiones y por otro a que se encuentran las instituciones nacionales como la UNAM, Universidad Autónoma de Chapingo y el Colegio de Postgraduados.

CUADRO 6.1

Número de instituciones por región del país

Región	Número de Instituciones
CENTRO	44
CENTRO-SUR	67
NOROESTE	24
NORESTE	25
SURESTE	45
TOTAL	205

El mayor número de instituciones en el país se registró en Jalisco (13), seguido de Sonora y Veracruz (12); mientras que el menor número se registró en Aguascalientes, Colima y Sinaloa, con dos instituciones en cada uno.

Al analizar en detalle las instituciones participantes, se observó que la región Centro-Sur es la que tiene el mayor número de proyectos relacionados con los recursos fitogenéticos con 189, seguido de la región Centro con 138 proyectos. Esta superioridad esta asociada al número de instituciones, también de las más altas del país. La excepción fue la región Sureste, ya que a pesar de tener un alto número de instituciones, el número de proyectos desarrollados fue el segundo más bajo (84). La región Noroeste fue la que presentó el número más bajo de proyectos desarrollados en el área de recursos fitogenéticos (Cuadro 6.2).



CUADRO 6.2
Instituciones en cada una de las regiones del país

Región	Número de Proyectos
CENTRO	138
CENTRO-SUR	189
NOROESTE	55
NORESTE	92
SURESTE	84
TOTAL	558

Al calcular el número de proyectos por institución, la región Noreste fue la que presentó el promedio más alto (3.68) de trabajos por institución, siguiéndole la región Centro con 3.13 proyectos por institución. La región que presentó el valor más bajo fue la región Sureste con 1.86 proyectos por institución.

Todas las Universidades estatales del país participan en trabajos relacionados con los recursos genéticos, con excepción de la Universidad de Aguascalientes (Cuadro A.6.1). El 44% de los 558 proyectos reportados en las encuestas, que corresponden a 246 proyectos, se desarrollaron en las universidades estatales (incluyendo a la UNAM, IPN, UACH y CP); el 29.7% (166) de los proyectos estuvieron a cargo del INIFAP en sus diferentes campos experimentales.

Contrario a lo que se presenta con el número de instituciones, la región Sureste es la segunda más baja en trabajos de recursos genéticos desarrollados en las universidades de los estados que componen esta región; en promedio se desarrollan cuatro trabajos por universidad, lo que indica entonces, que la mayor cantidad de trabajos están siendo desarrollados por otras instituciones, pero no por las universidades. Sin embargo, en la región Centro-Sur existe una asociación positiva entre el número de trabajos por estado con siete y el número de trabajos por universidad con 12 (la más alta del país) lo que indica que en esta región la mayor cantidad de trabajos en recursos genéticos están siendo desarrollados por las Universidades.

En la región Noreste se hace más marcado el papel importante de las universidades en los trabajos desarrollados en recursos genéticos, ya que al ser la región con el menor número promedio de instituciones por estado con cuatro, el número promedio de trabajos por universidad es diez, la segunda más alta del país (Cuadro A.6.1).

En términos absolutos, la región Centro-Sur es la que presenta el mayor número de trabajos en las universidades (106), mientras que la más baja fue la región Noroeste con sólo 12 trabajos y con un promedio de tres por universidad. Las instituciones de educación con el mayor número de trabajos reportados fueron la Universidad Autónoma de Chapingo (21), mientras que el Colegio de Postgraduados y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro reportaron 19 proyectos cada una. Cabe mencionar que las primeras dos se encuentran en la región Centro, mientras que la tercera se encuentra en región Noreste.

En términos generales, la mayor actividad en recursos fitogenéticos por estado se encuentra en el sureste del país, mientras que en el Noreste es la más baja. Sin embargo, la mayor actividad en recursos genéticos en las universidades está concentrada en el Centro y Noreste.

6.4 Recursos humanos

El capital humano es el principal recurso de un país. En esta sección se presenta un panorama de los recursos humanos que participan actualmente en la colección, conservación, estudio y aprovechamiento del germoplasma vegetal en México.

En el país existen 1 983 personas asociadas con alguna actividad en recursos fitogenéticos; 65.2% son investigadores, 20% son técnicos, 14% son trabajadores manuales y menos de 1% ocupan puestos directivos.

A nivel regional, la región Sureste es la que cuenta con el promedio por estado más alto (99) de personal trabajando en recursos fitogenéticos, mientras que la región árida del país (Noreste) es la que presenta el menor promedio (41) por estado (Cuadro 6.3).

En términos absolutos, la región Centro-Sur del país, cuenta con el mayor número de personal dedicado a los recursos fitogenéticos (541 personas), mientras que las regiones que menos personal tiene son las regiones Noroeste y Noreste con 223 y 249 personas, respectivamente.

Este comportamiento coincide con el número de instituciones y proyectos reportados en las encuestas, donde aparece la región Sureste con el mayor número de instituciones por estado y la que menos reporta son las regiones del norte de México. Como se mencionó anteriormente, esto probablemente se deba a las diferencias en los tipos de ecosistemas encontrados en cada región y consecuentemente en la magnitud de los recursos genéticos encontrados. Aunque también puede ser debido a que en la región Sureste es donde más atención se la ha dedicado, posiblemente porque es donde se encuentra en forma natural la mayor diversidad genética de los cultivos de importancia económica reportada hasta ahora.

CUADRO 6.3

Funciones de los recursos humanos involucrados en recursos fitogenéticos en las regiones de México

Estado	Director	Subdirector	Coordinador	Investigador	Técnico	Trabajador Manual	Sin Datos	Total
REGIÓN CENTRO								
Aguascalientes	-	-	-	20	3	-	-	23
Colima	-	-	-	14	4	1	-	19
Guanajuato	-	-	-	59	42	30	-	131
Jalisco	1	-	-	158	15	6	2	180
Michoacán	-	-	-	25	8	15	-	48
Nayarit	-	-	-	15	4	-	-	19
Querétaro	2	-	-	17	9	2	-	30
San Luis Potosí	-	-	-	14	4	5	-	23
Subtotal	3	-	-	322	89	59	-	473
REGIÓN CENTRO-SUR								
Distrito Federal	-	-	-	15	6	-	-	21
Edo. de México	-	-	-	148	57	43	12	248
Guerrero	-	-	-	38	1	7	-	46
Hidalgo	-	-	-	6	3	1	-	10
Morelos	-	-	-	15	2	-	-	17
Oaxaca	-	-	-	39	11	6	-	56
Puebla	-	-	-	22	2	7	-	31
Tlaxcala	-	-	-	2	2	6	-	10
Veracruz	-	-	-	58	14	30	-	102
Subtotal	-	-	-	343	928	100	-	541
REGIÓN NOROESTE								
Baja California Norte	-	-	-	13	3	-	-	16
Baja California Sur	-	1	-	55	65	6	-	127
Sinaloa	-	-	-	26	-	-	-	26
Sonora	-	-	-	40	11	3	4	54
Subtotal	-	1	-	134	79	9	-	223
REGIÓN NORESTE								
Chihuahua	-	-	-	22	-	9	-	31
Coahuila	-	-	-	52	15	28	-	95
Durango	-	-	-	7	3	7	-	17
Nuevo León	-	-	-	14	5	3	-	22
Tamaulipas	-	-	-	50	5	11	-	66
Zacatecas	-	1	-	13	-	4	-	18
Subtotal	-	1	-	158	28	62	-	249
REGIÓN SURESTE								
Campeche	1	1	-	35	8	12	-	57
Chiapas	1	-	-	40	15	3	-	59



Estado	Director	Subdirector	Coordinador	Investigador	Técnico	Trabajador Manual	Sin Datos	Total
Quintana Roo	2	1	5	42	29	18	-	97
Tabasco	-	-	-	83	10	4	-	97
Yucatán	-	-	-	136	41	10	-	187
Subtotal	4	2	5	336	103	47	-	497
TOTAL	7	4	5	1 293	397	277	18	1 983

Los números subrayados son totales.

La mayoría de los recursos humanos que trabajan con germoplasma vegetal en México está dedicada a atender colecciones de campo (31%) de diversas especies. Le siguen por orden de importancia aquellos dedicados a las colecciones de trabajo (21%), de semilla (19%), *in situ* (14%), jardines botánicos (10%) y, finalmente, colecciones *in vitro* (6%). Las distribuciones de investigadores y trabajadores manuales siguen tendencias muy similares a la descrita, con la excepción de que los trabajadores manuales son ligeramente más abundantes en los jardines botánicos que en las colecciones *in situ* (Cuadro 6.4).

CUADRO 6.4

Funciones de los recursos humanos en cada tipo de colección de recursos fitogenéticos en México

Función	Tipo de conservación						Total
	<i>ex situ</i>					<i>in situ</i>	
	Colección de Campo	Colección de Semilla	Colección de Trabajo	Jardín Botánico	<i>in vitro</i>	<i>in situ</i>	
Director	1	2	-	2	-	2	7
Subdirector	-	-	-	1	-	3	4
Coordinador	-	-	-	-	-	5	5
Investigador	372	258	287	126	65	185	1 293
Técnico	136	79	55	25	41	61	397
Trabajador manual	95	49	68	36	7	22	277
No dato	11	1	-	-	-	6	18
Total	604	388	410	190	113	278	1 983
% del Total	30.45%	19.56%	20.67%	9.58%	5.69%	14.01%	100.0%

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta sobre recursos fitogenéticos en México 2005.

El valor de No dato, no fue considerado en la suma.

La preparación académica del personal dedicado al germoplasma vegetal en México es sobresaliente. Así, 1 596 personas que trabajan en los recursos fitogenéticos, y que representan más de 87.5% de todo el personal, cuentan con estudios de licenciatura o superiores. La mayor parte de estos tienen el grado de maestría (588), en segundo lugar de doctorado (535) y los restantes de licenciatura (473). Por el contrario, sólo 12.4% de todo el personal dedicado a los recursos fitogenéticos tiene estudios técnicos, de preparatoria o inferiores. Esta tendencia general se mantiene para todos los tipos de colecciones de germoplasma, con algunos cambios ligeros en el orden de importancia del grado máximo predominante; por ejemplo, los doctorados predominan en las colecciones de campo, de semilla e *in vitro*, en cambio, el personal con maestría predomina en las colecciones de trabajo, en los jardines botánicos y en las colecciones *in situ* (Cuadro 6.5).

CUADRO 6.5

Formación académica de los recursos humanos en cada tipo de colección de recursos fitogenéticos en México

Grado Máximo	Tipo de colección						Total
	ex situ			in situ			
	Colección de Campo	Colección de Semilla	Colección de Trabajo	Jardín Botánico	in vitro	in situ	
Doctorado	163	118	112	28	37	77	535
Maestría	161	108	133	67	33	86	588
Especialidad	2	3	5		1	2	13
Licenciatura	129	88	78	46	30	89	460
Técnico	54	12	28	25	6	8	133
Preparatoria	8	4	3	2	2	1	20
Secundaria	7	10	7	6	-	4	34
Primaria	22	2	3	4	-	1	32
Estudiante	5	3	-	-	-	-	8
Sin datos	64	41	41	12	4	64	178
Total	551	348	369	178	109	268	1 823
% del Total	30.2%	19.1%	20.2%	9.8%	5.8%	14.7%	100.0%

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta sobre recursos fitogenéticos en México 2005.

La hilerera Sin datos, no fue considerada en el total

Las diez especialidades más comunes del personal dedicado a los recursos fitogenéticos son, por orden descendente de importancia: fitomejoramiento, biotecnología, agronomía, fitotecnia, biología, genética, agricultura, recursos fitogenéticos, botánica y fisiología vegetal. Si se agrupan la genética, el fitomejoramiento y la genotecnia, estos representan 14% de todo el personal; asimismo, al conjuntar la agronomía y la agricultura (agrícola), estas especialidades representan 10.3%. Cuando se analiza la formación académica del personal dedicado a cada uno de los seis tipos de colecciones de germoplasma, destaca la biotecnología como la especialidad más frecuente entre aquellos dedicados a las colecciones de campo (11%) e *in vitro* (32%); el fitomejoramiento predomina como la especialidad de los que están dedicados a las colecciones de semilla (16%) y de trabajo (21%); y la biología es la especialidad de los que trabajan en los jardines botánicos (21%) y con las colecciones *in situ* (16%) (Cuadro A.6.2).

La capacitación en biotecnología ha avanzado significativamente en los últimos años en México. El 44.9% del total del personal dedicado a los recursos fitogenéticos reconoce que ha sido capacitado de alguna forma en biotecnología; en cambio, 55.1% dice no haber recibido ningún entrenamiento en este tema. En todos los tipos de colecciones, el mayor porcentaje fue para los que no recibieron entrenamiento en biotecnología, con excepción de los que trabajan en las colecciones *in vitro* (Cuadro 6.6). Las diferencias más notorias entre los que sí recibieron entrenamiento y los que no, fue para los Jardines botánicos y las colecciones *in situ*. Esto posiblemente sea debido a la menor necesidad de utilizar este tipo de herramientas para el manejo de este tipo de recursos genéticos.

CUADRO 6.6

Capacitación en biotecnología del personal según el tipo de colección de germoplasma vegetal que manejan

Tipo de Conservación		Capacitación en biotecnología			Total
		Si	No	Sin datos	
<i>Ex situ</i>	Colección de Campo	265	281	69	546
	Colección de Semilla	145	158	86	303
	Colección de Trabajo	162	190	58	352
	Jardín botánico	49	114	27	163
	<i>in vitro</i>	63	39	11	102
<i>In situ</i>	<i>in situ</i>	51	120	113	171
	Total	735	902	364	1 637
		44.9%	55.1%	-	100.0%

Nota: La columna sin datos, no fue considerada para el total.



El entrenamiento específico en el tema de recursos fitogenéticos ha sido efectuado por 40% del personal. Este valor es bastante representativo de la situación de los recursos humanos trabajando con los seis tipos de colecciones de germoplasma; correspondiendo el mayor porcentaje de preparación en recursos fitogenéticos a aquellos que trabajan con colecciones *in situ* (44.8%) y el menor valor a los que laboran con colecciones de campo (36.7%) (Cuadro 6.7).

CUADRO 6.7

Capacitación en recursos fitogenéticos del personal según el tipo de colección de germoplasma vegetal que manejan

Tipo de Conservación		Capacitación en Recursos Fitogenéticos			Total
		No	No dato	Sí	
<i>Ex situ</i>	Colección de Campo	388	2	225	613
	Colección de Semilla	236	6	147	383
	Colección de Trabajo	229	7	174	403
	Jardín botánico	105	6	79	184
	<i>in vitro</i>	64	-	49	113
<i>In situ</i>	<i>in situ</i>	155	3	126	281
	Total	1 177	24	800	1 977
		59.5%	-	40.5%	100.0%

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta nacional de recursos fitogenéticos 2005. La columna de No dato no fue considerada para el total

6.5 Capacitación

La capacitación en recursos fitogenéticos se ofrece en México a través de 92 instituciones, que abarcan principalmente universidades públicas, Institutos de educación de varios niveles y dependencias gubernamentales. Aproximadamente 50% de los 570 cursos relacionados con el estudio, conservación y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos se ofrecen en una o más dependencias de las siguientes instituciones: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (73 cursos), Universidad Autónoma Chapingo (53 cursos), Colegio de Postgraduados (39), Universidad de Guadalajara (36 cursos), Universidad Nacional Autónoma de México (18 cursos), Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (16), Universidad Autónoma de Yucatán (14 cursos), Universidad Autónoma de Nuevo León (11 cursos), Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (11 cursos) y Universidad de Veracruz (10 cursos). Cabe mencionar que para el caso del INIFAP son cursos principalmente de capacitación, en contraste con las otras instituciones donde son cursos formales de un ciclo académico.

Los cursos relacionados con los recursos fitogenéticos van desde el nivel de enseñanza secundaria hasta doctorado, con predominancia del nivel de licenciatura (Cuadro 6.8). De los cursos ofrecidos, 349 son de pregrado, 205 de posgrado y 16 se consideran por sus características como adecuados para varios niveles de pre y posgrado.

CUADRO 6.8

Niveles de los cursos relacionados con los recursos fitogenéticos que se ofrecen en México

Nivel	Cursos
Secundaria	2
Preparatoria	2
Técnico	63
Licenciatura	282
Especialidad	47
Maestría	81
Doctorado	45
Maestría y Doctorado	32
Licenciatura, Maestría y Doctorado	9
Licenciatura y Maestría	7
Total general	570

Entre los temas más comunes de los cursos que se dictan en instituciones mexicanas se incluyen las principales ramas de la biología como botánica, fisiología vegetal, genética, ecología y evolución; además de disciplinas estrechamente relacionadas con el estudio del germoplasma vegetal tales como etnobotánica, botánica sistemática, biodiversidad, biogeografía y varios que puntualizan acerca de los recursos fitogenéticos. Es de destacar la inclusión en esta lista, de temáticas de más reciente desarrollo, como la biología molecular y la biotecnología (Cuadro 6.9).

CUADRO 6.9

Los 25 cursos más frecuentes relacionados con los recursos fitogenéticos que se ofrecen en México

Curso	Frecuencia
<i>Botánica</i>	16
<i>Fisiología Vegetal</i>	11
<i>Genética</i>	12
<i>Botánica Sistemática</i>	9
<i>Etnobotánica</i>	8
<i>Biotecnología Vegetal</i>	7
<i>Ecología</i>	7
<i>Producción de Semillas</i>	7
<i>Biotecnología</i>	6
<i>Genotecnia Vegetal</i>	6
<i>Recursos Fitogenéticos</i>	6
<i>Capacitación a productores</i>	5
<i>Genotecnia</i>	5
<i>Mejoramiento Genético</i>	5
<i>Biodiversidad</i>	4
<i>Biogeografía</i>	4
<i>Fitomejoramiento</i>	4
<i>Biología</i>	3
<i>Biología Molecular</i>	3
<i>Evolución</i>	3
<i>Genética Vegetal</i>	3
<i>Manejo de Recursos Naturales</i>	3
<i>Manejo y Conservación de Rec. Fito.</i>	3
<i>Mejoramiento Genético para Cond. Adv.</i>	3
<i>Recursos Genéticos</i>	3

En los 32 estados del país existen instituciones que ofrecen cursos relacionados con los recursos fitogenéticos; sin embargo, la región Centro-Sur es la que presenta el mayor número de cursos ofrecidos con 214. Este coincide con la región con más trabajos desarrollados en recursos genéticos por universidad. Sin embargo, si se considera el número de cursos por estado, la región Sureste es la que más cursos ofrece con 26.6 comparado con los 24 cursos por estado de la región Centro-Sur. Esto obedece posiblemente a que es donde se encuentra localizada la mayor diversidad de especies en México (Cuadro 6.10).



CUADRO 6.10

Frecuencias de cursos de pre y pos-grado¹ relacionados con los recursos fitogenéticos que se ofrecen en los estados de México

Estado	Pre-grado	Pos-grado	Total ¹
Región Centro			
Aguascalientes	9	4	13
Colima	9	3	12
Guanajuato	10	8	18
Jalisco	31	25	56
Michoacán	12	10	22
Nayarit	7	0	7
Querétaro	6	4	10
San Luis Potosí	0	5	5
Subtotal	84	59	143
Región Centro-Sur			
Distrito Federal	13	4	17
Estado de México	49	42	91
Guerrero	13	5	18
Hidalgo	7	4	11
Morelos	7	7	14
Oaxaca	9	2	11
Puebla	7	5	12
Tlaxcala	6	2	8
Veracruz	20	12	32
Subtotal	131	83	214
Región Noroeste			
Baja California	4	2	6
Baja California Sur	11	10	21
Sinaloa	9	1	10
Sonora	6	1	7
Subtotal	30	14	44
Región Noreste			
Chihuahua	6	3	9
Coahuila	4	7	11
Durango	5	3	8
Nuevo León	7	4	11
Tamaulipas	6	4	10
Zacatecas	2	1	3
Subtotal	30	22	52
Región Sureste			
Campeche	13	10	23
Chiapas	10	6	16
Quintana Roo	24	0	24
Tabasco	11	5	16
Yucatán	31	23	54
Subtotal	89	44	133
Total	364	222	5861

¹ Los cursos que se recomiendan para niveles de pre y posgrado se sumaron en ambos niveles. Por lo tanto el total de cursos está sobrestimado con respecto al reportado en el Cuadro 6.1

La mayor oferta de cursos de pregrado están en el Estado de México, Jalisco, Yucatán y Quintana Roo con 49, 31, 31 y 24 cursos, respectivamente; lo mismo sucede con los cursos de posgrado, con excepción de Quintana Roo que no ofrece ningún curso de posgrado. Caso contrario sucede con San Luis Potosí, que es el único estado que no ofrece cursos de pregrado, pero si ofrece cursos de posgrado.

6.6 Formación de redes

En el presente apartado se considera a una red como a un grupo de instituciones participando en forma común sobre un mismo cultivo y donde existe comunicación y colaboración entre las instituciones participantes. En este contexto, el concepto de Redes no coincide estrictamente con el utilizado por el SINAREFI.

De acuerdo con las entrevistas, las regiones más favorecidas en términos de formación de redes son la Centro y Centro-Sur con 115 y 148, respectivamente. En la región Centro, Jalisco y Guanajuato reportan 66 redes en forma conjunta, mientras que en la región Centro-Sur, sólo el estado de México reporta 64 redes, lo que representa el 57% y 42% de las redes, en estas dos regiones, respectivamente. La región con el menor número de redes fue la región Noroeste con solo 53 redes (Cuadro 6.11).

El mayor número de redes en el país, correspondió a las colecciones de campo y colecciones de trabajo con 145 y 132 redes, respectivamente, seguido de la colección de semillas con 117 redes totales. Los que se concentran en los tres estados señalados en el párrafo anterior.

Para el caso de las redes en Jardines botánicos, estas se concentraron en la región Sureste con 18 redes, muy superior a las otras regiones. Los estados que reportan un mayor número de redes fueron Tabasco y Yucatán con 5 redes cada uno.

CUADRO 6.11

Número de redes por estado y región para cada una de los tipos de colección.

Región	Estado	Redes					Total
		Colección de Campo	Colección de Semillas	Colección de Trabajo	Jardines Botánicos	Colección <i>in vitro</i>	
CENTRO	AGUASCALIENTES	2	0	2	0	1	
	COLIMA	2	0	2	0	2	
	GUANAJUATO	7	11	10	2	3	
	JALISCO	7	12	10	3	1	
	MICHOACÁN	5	2	8	0	1	
	NAYARIT	3	0	3	0	1	
	QUERÉTARO	1	0	0	2	0	
	SAN LUIS POTOSÍ	3	1	5	1	1	
	SUBTOTAL	30	27	40	8	10	115
CENTRO-SUR	DISTRITO FEDERAL	1	1	0	0	0	
	ESTADO DE MÉXICO	18	23	22	0	1	
	GUERRERO	7	9	5	1	0	
	HIDALGO	0	0	0	0	0	
	MORELOS	0	6	4	0	2	
	OAXACA	6	4	6	1	0	
	PUEBLA	2	0	0	3	0	
	TLAXCALA	0	0	0	0	1	
	VERACRUZ	14	0	6	1	4	
	SUBTOTAL	48	43	43	6	8	148
NOROESTE	BAJA CALIFORNIA NORTE	2	0	5	1	0	
	BAJA CALIFORNIA SUR	16	2	2	1	4	
	SINALOA	1	0	5	0	0	
	SONORA	3	2	6	1	2	
		SUBTOTAL	22	4	18	3	6



Región	Estado	Redes					Total
		Colección de Campo	Colección de Semillas	Colección de Trabajo	Jardines Botánicos	Colección <i>in vitro</i>	
NORESTE	CHIHUAHUA	4	9	1	0	0	
	COAHUILA	3	13	8	1	1	
	DURANGO	1	2	0	2	0	
	NUEVO LEÓN	3	2	1	1	0	
	TAMAULIPAS	3	6	6	0	2	
	ZACATECAS	2	0	1	0	0	
	SUBTOTAL	16	32	17	4	3	72
SURESTE	CAMPECHE	7	1	3	0	0	
	CHIAPAS	5	2	1	2	0	
	QUINTANA ROO	4	4	5	6	1	
	TABASCO	5	4	2	5	2	
	YUCATÁN	8	0	3	5	1	
	SUBTOTAL	29	11	14	18	4	76
	TOTAL	145	117	132	39	31	464

Para el caso de las colecciones *in vitro*, nuevamente fueron las regiones Centro y Centro-Sur donde se localizó el mayor número de redes con 10 y 8, respectivamente. Sin embargo, el estado con mayor número de redes estuvo en la región Noroeste, donde Baja California Sur reportó 4 redes.

En relación al tamaño y alcance de las redes, para el caso de las Colecciones de Campo, estas cubren una gran cantidad de especies y cultivos. Si bien es cierto que son 145 redes registradas en las encuestas, la de mayor número de instituciones participantes es la de aguacate reportada en Guanajuato por el INIFAP-BAJIO; misma que integra 27 instituciones, 12 nacionales y 15 extranjeras. Después de esta red, le sigue la colección de *Prunus* registrada en Querétaro con recursos financieros privados; en ella participan ocho instituciones, cuatro nacionales y cuatro extranjeras (Cuadro A.6. 3).

Las otras redes de cultivos importantes de mencionar son la de Guayaba en Aguascalientes, la de Agaves en Guanajuato y la de Coco en Yucatán con la participación de seis instituciones en cada una y la de Nopal en Zacatecas donde participan cinco instituciones. Las otras redes donde participan varias instituciones (seis o siete) corresponden a los Bancos de Germoplasma o los Herbarios.

El 60% de las redes registradas están constituidas por 1 ó 2 instituciones, lo que indica que posiblemente no se refiera a una red estrictamente hablando o que apenas esté en proceso de formación.

Es importante mencionar que existe una aparente falta de integridad entre redes, por ejemplo en maíz, a pesar de ser un cultivo que se trabaja extensamente en el país, no esta integrada una red nacional que agrupe a los investigadores de todos los estados.

Para el caso de las redes referentes a las colecciones de semillas, es importante resaltar que existe un predominio del estado de Guanajuato en tener las redes más extensas. El INIFAP-BAJIO reporta la red de Jícama con 20 instituciones participantes (3 nacionales y 17 extranjeras), la red de Ajo con 19 instituciones (4 nacionales y 15 extranjeras), la red de Calabaza con 17 instituciones (2 nacionales y 15 extranjeras), la red de Jitomate con 17 instituciones (2 nacionales y 15 extranjeras), la red de Chile con 16 instituciones (2 nacionales y 14 extranjeras) y la de *Phaseolus* con 11 instituciones (6 nacionales y 5 extranjeras) (Cuadro A .6.4).

Otra red importante es la de Tomate de cáscara con 7 instituciones participando (6 nacionales y 1 extranjera) reportada por la UACH en el estado de México.

Las otras redes con alto número de instituciones participando (6 ó 7) corresponden a los Bancos de Germoplasma de diferentes estados de la República.

Al igual que en las redes de las colecciones de campo, 64% de las reportadas solo participan una o dos instituciones, lo que demuestra un trabajo incipiente o la falta de integración entre las diferentes instituciones, sobretodo en aquellos cultivos que se están trabajando en diferentes partes del país, y que no forman una red organizada, tal como sucede con el cultivo del maíz.

En lo que respecta a la integración de las redes para las colecciones de trabajo, en el Cuadro A.6.5 se aprecia que la red más extensa se reporta para el cultivo del frijol por el INIFAP-BAJIO con diez instituciones incluidas, ocho de ellas nacionales y dos internacionales (Ecuador y Colombia).

La segunda red más extensa la reporta la Facultad de Agronomía de la UANL en el cultivo del sorgo; en esta red se reportan nueve instituciones, seis nacionales y tres extranjeras (2 de USA y 1 de la India).



Las otras redes más importantes en relación al número de participantes son las que reportaron siete instituciones. La primera de ellas la reporta la UACH en tomate de cáscara, participando seis instituciones nacionales y una extranjera (USA). La otra la reporta la Universidad Michoacana en frutillas (arándano, frambuesa, fresa y zarzamora) y a diferencia de la UACH, en esta red participan dos instituciones nacionales y cinco extranjeras (3 de USA, Nueva Zelanda y Brasil). La tercera institución es el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 de Conkal en Yucatán quien trabajando en el cultivo del chile habanero, reporta una red con seis instituciones nacionales y una extranjera (Colombia). La cuarta red con siete instituciones más participando se reporta para el CUCBA en Jalisco, donde has cinco instituciones nacionales y dos extranjeras en el cultivo del sorgo.

Al igual que para las colecciones de campo, y las colecciones de semillas, para este tipo de colecciones, el 66% de las redes se reporta con 1 ó 2 instituciones participando en ellas, lo que demuestra el trabajo necesario para llegar a la consolidación de redes más extensas, ya que en muchas de estas redes, el cultivo con el que se trabaja es el mismo pero en diferentes partes del país.

Con respecto a la integración de las redes para los Jardines botánicos, la red más extensa la forma el INIFAP (C.E. Chetumal) en Quintana Roo, que reporta la red con 9 instituciones, 7 de ellas nacionales y 2 extranjeras (USA y Costa Rica) trabajando sobre un proyecto de Jardín Botánico (Cuadro 6A).

La otra red que le sigue en tamaño es la que se reporta en Veracruz con solo el reporte de una red, el trabajo interinstitucional lo realiza con seis instituciones, de las cuales tres son nacionales y tres extranjeras (2 de USA y 1 de Inglaterra) en el proyecto de Jardín Botánico "Francisco Javier Clavijero".

La otra red de mayor tamaño con seis instituciones participando, la reporta la Universidad Juárez del Estado de Durango con el proyecto de Jardín Botánico que se encuentra en la región norte de México. En el proyecto participan cinco instituciones nacionales y una de USA en el jardín denominado "Jardín Botánico del ISIMA-UJED". Además de este Jardín Botánico, el estado de Durango, N.L. y Coahuila reportan una red cada uno pero de menor tamaño. Estos cuatro jardines botánicos son los únicos reportados para la región norte de México, por lo que se debería de promover el desarrollo de redes para las zonas secas del altiplano mexicano y las del trópico seco del Norte del País.

En lo que se refiere a la integración de las redes para la colecciones *in vitro*, La red más extensa lo reportó el estado de Jalisco, particularmente el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del estado de Jalisco (CIATYD); esta red esta constituida por 8 instituciones, todas ellas nacionales y dedicada al cultivo del Agave. Esta red, más las colecciones *in vitro* reportadas en Guanajuato en este mismo genero de plantas, reflejan la importancia que tiene para la región el estudio de esta planta (Cuadro 6.12).

CUADRO 6.12

Redes de Colecciones *in vitro* registradas en las encuestas. Objetivos de la red y número de instituciones participantes

Instituciones			Objetivo de la Red	Clave
Total	Nacional	Extranjera		
3	3	0	Colección de nopal y ajos	AGS-ITLL
3	2	1	Paulownia	BCS-CIBNOR
1	1	0	<i>Distichlis spicata</i>	BCS-CIBNOR
1	1	0	Agave	BCS-CIBNOR
1	1	0	Papaya	BCS-CIBNOR
3	2	1	Papa	COA-INIFAP-ARTEAGA
1	0	1	Conservación <i>in vitro</i> de Limón de Mexicano	COL-INIFAP-TECOMAN
1	1	0	Micropropagación de plantas ornamentales	COL-UAC-CUIDA
6	3	3	Banco de Germoplasma de Papa	MEX-INIFAP-TOLUCA
5	3	2	<i>Arabidopsis thaliana</i>	GTO-CINVESTAV
4	4	0	Conservación <i>in vitro</i> de recursos genéticos de agaváceas	GTO-UGTO
1	1	0	Plantas en peligro de extinción	GTO-ITA33
8	8	0	Banco de germoplasma del género <i>Agave</i>	JAL-CIATYD
1	1	0	Aguacate (<i>Persea americana</i>)	MICH-UMSNH
2	1	1	Berro	MOR-UNAM-CB
1	1	0	Plantas Medicinales	MOR-UAEMOR
2	2	0	Propagación <i>in vitro</i> del plátano	NAY-INIFAP-SI

Total	Instituciones		Objetivo de la Red	Clave
	nacional	extranjera		
1	1	0		QR-ITA
1	1	0	Cactácea de la Facultad de Ciencias Químicas, UASLP	SLP-UASLP
1	1	0	<i>Agave</i>	SON-ITVY
1	1	0	Micropropagación de agave	SON-CIAD-HER
1	1	0	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	TAB-UJAT
2	1	1	Banco de germoplasma de plátano	TAB-INIFAP-HUIMA
1	1	0	Colección de ADNs de plantas cultivadas	TAM-IBG
3	3	0	Conservación <i>in Vitro</i> de Recursos Genéticos de Agaváceas	TAM-IBG
2	2	0	Colección de hongos micorrizogénos arbusculario	TLAX-UAT
2	1	1	Chayote	VER-UAV-CORDOBA
2	2	0	Micropropagación de Orquídeas	VER-UAV-XALAPA
3	3	0	Organismos Simbióticos	VER-UAV-XALAPA
3	1	2	Biotecnología Agrícola	VER-CP
4	3	1	Colección de chile habanero en Yucatán	YUC-CICY

En la columna Clave, las primeras letras corresponden al estado y las letras después del guión a la institución participante.

Las otras redes de importancia reportadas para las colecciones *in vitro* fueron del INIFAP de Toluca, Edo. de México para el cultivo de la papa (6 instituciones: 3 nacionales y 3 extranjeras; Australia, Inglaterra y Perú) y en el CINVESTAV en Guanajuato para *Arabidopsis thaliana* (5 instituciones: 3 nacionales y 2 extranjeras: Suiza y USA).

El INIFAP en Toluca es donde se encuentran concentrado tradicionalmente el mayor trabajo en papa en México, de ahí su importancia en la estructuración de una red a nivel internacional. Para el caso del CINVESTAV en Guanajuato, posiblemente se deba a que la planta sea utilizada como planta modelo para muchos trabajos sobre biotecnología y transformación genética, que es la especialidad de trabajos en esa institución.

Aunque con solo dos instituciones participantes, la red de plantas en peligro de extinción que registra el ITA 33 en Guanajuato, es digna de mencionarse. Posiblemente hacia ese sentido debería de estructurarse una red más extensa y que trate de involucrar las especies endémicas que corran el peligro de la extinción.

En forma general, el mayor porcentaje de las redes reportadas (más de 50%) están configuradas con una o dos instituciones. Aunque existen redes con muchas instituciones participando en cultivos de importancia económica, existe todavía una brecha muy amplia para trabajar en la integración de instituciones que están participando en cultivos comunes. La integración de estas redes, permitirá una mayor eficiencia en el uso de los recursos y un avance más rápido en la solución de los problemas del sector agrícola que nos aqueja en México.

6.7 Conclusiones

Existe un número grande (205) de instituciones y centros de investigación dedicadas al estudio de los recursos filogenéticos. El promedio más alto por estado estuvo asociado a la región donde se encuentra la mayor diversidad de especies en el sureste de México; sin embargo, se observa una tendencia a que el mayor número de instituciones se encuentran en la región Centro del país y consecuentemente el mayor número de proyectos activos relacionados con los recursos fitogenéticos. El estado con mayor número de instituciones fue Jalisco con 13. El 44% de los trabajos con los recursos fitogenéticos estuvo en las universidades estatales, con excepción de Aguascalientes que no reportó ningún trabajo activo; mientras que el INIFAP reportó 29.7% de los trabajos sobre recursos fitogenéticos. Entre las instituciones de educación del país, las que reportaron el mayor número de proyectos fueron UACH con 21, mientras que CP y UAAAN con 19 cada una. Cabe mencionar que los datos de las encuestas no pudieron detectar si los trabajos sobre recursos fitogenéticos eran proyectos permanentes o proyectos de investigación temporal.

Con relación al personal, las encuestas establecieron que 1983 personas se dedican en alguna forma al trabajo sobre los recursos fitogenéticos. De estos, el 65.2% corresponden a investigadores y 20% a técnicos. En la región Centro-Sur es donde se concentra el mayor número de personas con 541. El 30% del personal dedicado a los recursos fitogenéticos en México atiende a las colecciones de campo. En general, la preparación del personal dedicado a los recursos fitogenéticos es bastante alta, ya que 1 596 personas (88%) tienen un nivel de estudios de licenciatura o superior. Las principales especialidades del personal son Fitomejoramiento, Biotecnología y Agronomía.



En México existen 92 Institutos, Universidades y Colegios que ofrecen preparación en algunas de las áreas de los recursos fitogenéticos. El INIFAP, aunque no es una dependencia de enseñanza superior, es la que reporta el mayor número de cursos con 73, posiblemente debido a que el enfoque es a través de cursos de corta duración. La UACH es la universidad que reporta el mayor número de cursos con 53. Sin embargo, la mayoría de los cursos que se ofrecen en el país son de licenciatura (282) le siguen los cursos de maestría (81) y doctorado (45). La región Centro-Sur es la que reporta el mayor número de cursos con 214. De los diferentes cursos ofrecidos, el de Botánica es el que aparece con más frecuencia (16).

En lo que corresponde a redes, la región Centro-Sur es la que cuenta con el mayor número de redes con 148. Cabe mencionar que 60% de las redes reportadas consistió de una o dos instituciones, lo que valdría la pena evaluar si realmente son redes o sólo cooperación entre instituciones. El Estado de México solo reportó 64 redes, que corresponde al mayor número reportado.

En Colecciones de Campo es donde se reportó el mayor número de redes con 145. En esta área, la red más grande es la de Aguacate, con 27 instituciones participantes, seguida de la red del género *Prunus* con ocho instituciones. Cabe mencionar que existieron otras redes como las de Guayaba, Agave y Coco, con seis instituciones participantes. Es curioso que en maíz, cultivo de origen nacional, no exista una red extensa, posiblemente debido a la falta de coordinación para realizar actividades conjuntas.

En lo que respecta a las colecciones de semillas, la red de Jicama en Guanajuato es la que se reporta como las más extensas con 20 instituciones participantes. Le siguen la red de Ajo, también en Guanajuato, con 19 instituciones, Calabaza con 17 instituciones y Chile con 16.

Para el caso de las Colecciones de trabajo, la red de Frijol es la más amplia con diez instituciones integradas, y reportada para el estado de Guanajuato.

La red más extensa para Jardines botánicos está en el estado de Quintana Roo, con un Jardín botánico en que participan nueve instituciones. Esto era de esperarse, pues en esa región es donde se encuentra la mayor diversidad de especies.

Por último, para la red de Colecciones *in vitro*, la más amplia fue reportada para el cultivo del agave en Jalisco.

6.8 Recomendaciones

Dado el gran número de instituciones e investigadores, que participan en los trabajos relacionados con los recursos fitogenéticos, así como su buena preparación académica, parece ser que la limitante para alcanzar un desarrollo adecuado en este área del conocimiento que permita en forma efectiva conservar, utilizar y acceder los recursos fitogenéticos de México, es la vinculación y el trabajo coordinado entre dependencias e investigadores.

Para el caso de las redes, es incomprensible que para el maíz, uno de los cultivos que más se trabaja en México, no se tenga reportada una red extensa, lo que indica la desarticulación y falta de coordinación nacional. Aunque se han hecho intentos de tener redes nacionales en forma coordinada, aun falta mucho por hacer, ya que no existe una forma definida de cómo manejar o estructurar una red.

Existen cultivos como la jicama, ajo, calabacita, chile que reportan redes grandes y que son cultivos que no se les ha dado la importancia adecuada. La identificación de redes como las mencionadas o como la red sobre conservación de plantas en peligro de extinción, merecen mayor atención y apoyo.

En forma general, existe un gran potencial humano y de infraestructura en México dedicado al estudio de los recursos fitogenéticos concentrada en la región centro del país, pero la falta de coordinación y comunicación entre instituciones y personal limita un trabajo eficiente en esta área, por lo que es necesario la creación a nivel nacional de una estructura descentralizada, que ayude a organizar el trabajo y que utilizando políticas claras y bien definidas pueda realizar un trabajo efectivo en la conservación, utilización y acceso de los recursos fitogenéticos en México.

CUADRO A.6.1

Instituciones y número de proyectos relacionados con los recursos genéticos en México

Región	Estado	Número de Proyectos	Número de Instituciones	Nombre de las Instituciones	Total
CENTRO	Aguascalientes	7	2	INIFAP-C.E. Pabellón Aguascalientes	6
				Instituto Tecnológico el Llano	1
	Colima	9	2	Universidad de Colima, Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario, CUIDA	6
				INIFAP-C.E. Tecoman	3
	Guanajuato	31	6	INIFAP-C.E. Bajío	12
				Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Irapuato	4
				INIFAP-C.E. Norte de Guanajuato	5
				Instituto Tecnológico Agropecuario No. 33	2
				Universidad de Guanajuato	6
				SIGA Subdirección de Investigación y Graduados Agropecuarios del ITA de Roque No. 33	2
	Jalisco	40	13	Instituto Tecnológico de Tlajomulco	1
				INIFAP-Pacífico Centro. Jalisco	2
				Universidad de Guadalajara-Cucba	16
				Universidad Autónoma de Guadalajara	2
				Fundación Produce Jalisco	1
				INIFAP-C.E. Altos de Jalisco. Tepatitlan	3
				INIFAP-C.E. Clavellinas Jalisco	1
				INIFAP-C.E. Centro Altos de Jalisco. Ocotlan	2
				INIFAP-C.E. Pacífico Centro. La Huerta	2
				Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional Universitario de Occidente	2
				Universidad de Guadalajara-CUCSUR	6
				Vivero Forestal Militar de la SEDENA. 92 Batallón de Infantería. Los Capulines	1
				Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco	1
				Michoacán	18
	Universidad Autónoma Chapingo (Centro Regional Universitario Centro Occidente) CRUCO	2			
	Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No 7	2			
	UNAM-Centro de Investigaciones en Ecosistemas	2			
	Instituto de Ecología A.C.-Centro Regional Bajío	1			
	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo-Facultad de Agrobiología	3			
	INIFAP-C.E.Valle de Apatzingan	3			
	Nayarit	12	3	INIFAP-C.E. Santiago Ixcuintla	10
				Universidad Autónoma de Nayarit	1
				Fundación Produce Nayarit	1
	Querétaro	7	6	Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Querétaro	1
				Consejo de Ciencia y Tecnología Querétaro	1
				Reserva de la Biosfera Sierra Gorda	1
				Escuela de Biología Ciencias Naturales	1

Región	Estado	Número de Proyectos	Número de Instituciones	Nombre de las Instituciones	Total
	San Luis Potosí	14	5	Universidad Autónoma de Querétaro	2
				Recursos Financieros Privados-Querétaro	1
				Universidad Autónoma de San Luis Potosí	5
				Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica	2
				INIFAP-C.E. San Luis Potosí	5
				Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 123	1
				Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí	1
TOTAL DE LA REGIÓN		138	44		
CENTRO-SUR					
	Distrito Federal	11	6	Instituto Politécnico Nacional	2
				Colegio de México	1
				Universidad Nacional Autónoma de México	3
				Grupo de Estudios Ambientales, A.C.	1
				UNAM-Zaragoza	1
				UNAM Instituto de Biología	3
	Estado de México	70	11	INIFAP-C.E. Valle de México	5
				Universidad Autónoma Chapingo	21
				Colegio de Postgraduados Campus Texcoco	19
				Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S. C.	2
				Universidad Autónoma del Estado de México	5
				Grupo Interdisciplinario de Investigación de Sechium Edule en México	1
				Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan-UNAM	5
				UNAM-Iztacala	3
				Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuícola y Forestal del Estado de México	5
				Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	1
INIFAP-C.E. Toluca	3				
Guerrero	16	6	Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero	4	
			Universidad Autónoma de Guerrero	1	
			INIFAP-C.E. Iguala Guerrero	4	
			Universidad Autónoma de Guerrero Campus-Iguala	3	
			INIFAP-C.E. Chilpancingo	3	
			Sociedad de Solidaridad Social	1	
Hidalgo	7	5	INIFAP-C.E. Hidalgo	1	
			Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	3	
			Instituto Tecnológico Agropecuario No. 6	1	
			Servicios para el Desarrollo A C	1	
			Consejo Estatal de Ecología	1	
Morelos	14	4	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	8	
			INIFAP-C.E. Zacatepec	4	
			Instituto de Biotecnología de la UNAM	1	
			Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 35	1	
Oaxaca	22	11	Instituto Tecnológico de Comitancillo	5	
			Unidad de Manejo Ambiental-Orquidario La Encantada	1	
			INIFAP-C.E. Centro de Investigación Regional del Pacífico Sur	1	
			INIFAP-C.E. Loma Bonita	2	
			Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional Universitario del Sur	2	
			Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-IPN Unidad Oaxaca	2	
			Jardín Etnobotánico de Oaxaca	1	
			Instituto Tecnológico Agropecuario de Tuxtepec	1	



Región	Estado	Número de Proyectos	Número de Instituciones	Nombre de las Instituciones	Total
	Puebla	16	9	INIFAP-C.E. Valles Centrales de Oaxaca	3
				INIFAP-C.E. Costa Oaxaqueña	2
				Instituto Tecnológico Agropecuario # 23	2
				Universidad de las Américas Puebla	6
				Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	3
				African Safari	1
				Jardín Etnobotánico Francisco Peláez R	1
				Jardín Botánico de Calatepec Acaxiloco	1
				Colegio de Postgraduados Campus Puebla	1
				Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla	1
				INIFAP-San Martinito	1
				Sociedad Cooperativa Agropecuaria Regional «Tosepan Titataniske»	1
	Tlaxcala	6	3	Universidad Autónoma de Tlaxcala	4
				Jardín Botánico de Tizatlan	1
				INIFAP-C.E. Tlaxcala	1
	Veracruz	27	12	INIFAP-C.E. Cotaxtla	7
				Colegio de Postgraduados Campus Veracruz	3
				Instituto de Ecología Veracruz	1
				Centro Regional Universitario Oriente-Universidad Autónoma Chapingo	3
				Universidad de Veracruz Campus Córdoba	1
				Universidad Veracruzana	1
				INIFAP-C.E. El Palmar	1
				Universidad de Veracruz Unidad Xalapa	4
				INIFAP-C.E. Papaloapan	1
				INIFAP-C.E. Ixtacuaco	1
				INIFAP-C.E. Xalapa	1
				Instituto de Ecología A.C. Xalapa	3
TOTAL DE LA REGIÓN		189	67		
NOROESTE					
	Baja California	8	7	Universidad Autónoma de Baja California-Campus Mexicali	2
				Universidad Autónoma de Baja California-Campus Ensenada	1
				Empresa de Mejoramiento Genético, S.A.	1
				INIFAP-C.E. Valle de Mexicali	1
				Secretaría de Fomento Agropecuario	1
				INIFAP-C.E. Costa de Ensenada	1
				CONANP Oficina Regional del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California	1
	Baja California Sur	19	3	Universidad Autónoma de Baja California Sur	4
				Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste	13
				CONANP Área de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas y Parque Nacional Cabo Pulmo	2
	Sinaloa	8	2	INIFAP-C.E. Valle del Fuerte	5
				Universidad Autónoma de Sinaloa	3
	Sonora	20	12	INIFAP-C.E. Valle del Yaqui	4
				Instituto del Medio Ambiente y el Desarrollo Sustentable del Edo. Sonora	1
				CONANP Reserva Forestal Nacional y Refugio de la Fauna Silvestre Sierras de los Ajos-Bavispe	2
				INIFAP-Hermosillo	3
				Universidad de la Sierra	1
				CONANP Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos Río Cuchujaqui	1



Región	Estado	Número de Proyectos	Número de Instituciones	Nombre de las Instituciones	Total
				Universidad de Sonora	2
				Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui	2
				Comisión Nacional Forestal Hermosillo	1
				CONANP Oficina Regional del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California	1
				CIAD A.C. Unidad Hermosillo	1
				Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora	1
TOTAL DE LA REGIÓN		55	24		
NORESTE					
	Chihuahua	15	4	Universidad Autónoma de Chihuahua	5
				INIFAP-C.E. Campana-Madera	2
				INIFAP-C.E. Delicias	3
				INIFAP-C.E. Sierra de Chihuahua	5
	Coahuila	33	5	UAAAN-Unidad Laguna	3
				INIFAP-C.E. Laguna	4
				INIFAP-C.E. Zaragoza	4
				INIFAP-C.E. de Saltillo Coahuila	3
				UAAAN-Saltillo	19
	Durango	10	5	INIFAP-C.E. Durango	4
				Chapingo-URUZA	2
				Instituto Tecnológico Forestal	1
				Universidad Juárez del Estado de Durango	2
				Instituto Tecnológico Agropecuario No. 1	1
	Nuevo León	9	3	Universidad Autónoma de Nuevo León	7
				INIFAP-C.E. Anahuac	1
				INIFAP-C.E. General Terán	1
	Tamaulipas	19	5	INIFAP-C.E. Rio Bravo	5
				INIFAP-C.E. Sur de Tamaulipas	2
				Instituto Politécnico Nacional-Reynosa	5
				INIFAP-C.E. Las Adjuntas	2
				Universidad Autónoma de Tamaulipas	5
	Zacatecas	6	3	Universidad Autónoma de Zacatecas	3
				INIFAP-C.E. Zacatecas	2
				Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional Universitario Centro Norte	1
TOTAL DE LA REGIÓN		92	25		
SURESTE					
	Campeche	17	8	INIFAP-C.E. Edzna Campeche	4
				Jardín Botánico Xmuch-Haltun	1
				Universidad Autónoma de Campeche	3
				Colegio de Postgraduados Campus-Campeche	2
				Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Campeche	2
				Instituto Tecnológico de China (ITA No. 5)	3
				Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 62	1
				Vivero Cuenca Forestal Chuina, S.P.R.	1
	Chiapas	15	7	INIFAP-Tapachula	3
				Universidad Autónoma de Chiapas, facultad de ciencias agronómicas. Villaflores. Chis.	1
				Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez	2
				Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de ciencias agrícolas campus IV	2
				El Colegio de la Frontera Sur	2
				INIFAP-C.E. Centro de Chiapas	1

Región	Estado	Número de Proyectos	Número de Instituciones	Nombre de las Instituciones	Total
	Quintana Roo	13	11	Instituto de Historia Natural y Ecológica-Unidad Tuxtla Gutiérrez	4
				Unidad de Manejo Ambiental-Xel-ha	2
				Universidad Autónoma de Quintana Roo	1
				El Colegio de la Frontera Sur-Quintana Roo	1
				Instituto Tecnológico Agropecuario de Quintana Roo	1
				Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto	1
				Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Quintana Roo	1
				Dirección de Ecología de Othon P Blanco	1
				Grupo Xcaret	2
				INIFAP-C.E Chetumal	1
				Comité Estatal de Sanidad Vegetal Sagarpa Quintana Roo	1
	Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 11	1			
	Tabasco	17	8	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco - División Académica de Ciencias Biológicas	3
				Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca de Tabasco	1
				Universidad Juárez Autónoma de Tabasco División de Agropecuaria	5
				Colegio de Postgraduados Campus Tabasco	2
				INIFAP-C.E. Huimanguillo	3
				Instituto Tecnológico de la zona Olmeca (antes ITA No. 28)	1
				SEMARNAT-Tabasco	1
	Yucatán	22	11	Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional Universitario del Sureste	1
				INIFAP-C.E. Mococho	1
				Centro de Investigación y Estudios Avanzados-Unidad Mérida	1
				Universidad Autónoma de Yucatán-Facultad de Química	1
				Instituto Tecnológico de Mérida	1
				Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 14	1
				Universidad Autónoma de Yucatán Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	3
				Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán	8
				Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 100	1
				INIFAP-C.E. Uxmal	1
	Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 Conkal	3			
	Instituto Tecnológico Agropecuario de Tizimin No. 19	1			
TOTAL DE LA REGIÓN		84	45		
GRAN TOTAL DEL PAÍS		558	205		

CUADRO A.6.2.

Especialización del personal dedicado a los recursos fitogenéticos según el tipo de colección de germoplasma vegetal que manejan

Especialidad	Tipo y Número de Colecciones						Total
	Colección de Campo	Colección de Semilla	Colección de Trabajo	Jardín Botánico	<i>in situ</i>	<i>in vitro</i>	
Abogado	-	-	-	1	1	-	2
Abonos de cobertura	-	-	-	-	1	-	1
Administración	-	-	-	2	2	-	4
Agroecosistemas	2	-	-	-	-	-	2
Agroindustria	1	-	-	-	1	-	2
Agronegocios	-	-	2	1	-	-	3
Agronomía	31	21	26	16	28	7	129
Agrícola	25	11	27	6	7	2	78
Antropología	1	-	-	-	4	-	5
Arqueología	-	-	1	-	-	-	1
Arquitecto	1	-	-	-	1	-	2
Biología	27	17	2	30	36	10	122
Biología Marina	-	-	-	2	5	-	7
Biología Molecular	3	1	1	-	-	2	7
Bioquímica	11	2	2	-	-	11	26
Biotecnología	51	22	27	1	7	31	139
Botánica	15	2	1	11	18	-	47
Ciencias Forestales	6	5	1	3	12	-	27
Ciencias ambientales	2	1	-	-	1	-	4
Citología y microscopía	2	-	-	-	-	-	2
Climatología	2	-	-	-	-	-	2
Colector	2	-	-	5	-	-	7
Conservación	-	-	-	-	1	-	1
Cultivo de tejidos	2	2	1	-	-	4	9
Desarrollo Comunitario	1	1	-	-	1	-	3
Desarrollo rural	-	-	-	-	2	-	2
Ecofisiología	1	-	-	-	-	-	1
Ecología	4	3	5	8	8	-	28
Ecología Zonas Áridas	1	1	-	-	-	-	2
Edafología	1	1	-	-	3	-	5
Entomología	2	1	3	1	1	1	9
Computo	1	-	-	1	-	-	2
Estadística	-	1	1	-	-	-	2
Etnobotánica	8	-	1	4	5	-	18
Fertilidad de suelos	1	2	2	1	-	-	6
Filosofía	-	-	-	1	-	-	1
Fisiología Vegetal	15	9	4	3	1	3	35
Fisiología y bioquímica	-	-	-	-	-	1	1
Fisiotecnia	-	3	-	-	-	-	3
Fitomejoramiento	27	49	68	3	18	5	170
Fitopatología	9	4	7	-	3	2	25
Fitotecnia	38	34	37	3	11	2	125
Forrajes	1	3	2	1	-	-	7
Fruticultura	16	-	5	2	-	3	26
Física	-	-	-	1	-	-	1
Genotecnia	3	7	2	-	1	-	13



Especialidad	Tipo y Número de Colecciones						Total
	Colección de Campo	Colección de Semilla	Colección de Trabajo	Jardín Botánico	<i>in situ</i>	<i>in vitro</i>	
Genética	22	33	30	1	6	7	99
Geografía	-	2	-	-	3	-	5
Guarda parque	-	-	-	-	1	-	1
Historiador	-	-	-	-	1	-	1
Horticultura	15	5	4	2	3	1	30
Informática	-	5	-	-	1	-	6
Agronomía Zonas Áridas	1	-	2	-	-	-	3
Agronomía Zonas Tropicales	1	-	-	-	-	-	1
Ing. Civil	-	-	-	-	1	-	1
Irrigación	2	1	3	-	1	-	7
Jardín Botánico	-	-	-	1	-	-	1
Calidad de maíz	-	-	1	-	-	-	1
Laboratorista químico	6	-	-	-	-	-	6
Manejo de pastizales	1	-	-	-	2	-	3
Maquinaria Agrícola	-	-	1	-	-	-	1
Micología	-	-	-	-	1	-	1
Militar	-	1	-	-	-	-	1
Nutrición vegetal	2	1	2	-	-	-	5
Parasitología	6	4	4	-	-	-	14
Plantas Medicinales	1	-	-	-	-	-	1
Pomología	-	-	1	-	-	-	1
Producción de Semilla	7	8	9	1	2	-	27
Química	10	-	4	-	3	3	20
Recursos Fitogenéticos	14	17	14	1	6	1	53
Recursos Naturales	1	-	1	-	1	-	3
Silvicultura	-	1	-	5	-	-	6
Sistemas de Producción	1	1	-	-	-	-	2
Socioeconomía	-	1	2	-	-	-	3
Sociología	-	-	-	-	1	-	1
Suelos	2	1	5	1	5	-	14
Taxonomía Vegetal	15	7	1	3	-	-	26
Tecnología alimentos	4	-	-	1	1	-	6
Uso y Conservación Vegetal	-	-	5	3	-	-	8
Zoología	2	-	-	-	2	-	4
Zootecnia	1	2	2	-	3	-	8
Sin datos disponibles	163	87	81	46	55	17	449
No tiene especialidad	25	9	10	18	6	-	68
TOTAL	427	293	319	126	223	96	1 484

Las hileras sin datos, no fueron considerados en el total.

CUADRO A.6.3

Redes de Colecciones de Campo registradas en las encuestas. Objetivos de la red y número de instituciones participantes

Instituciones participantes			Objetivo de la Red	Clave
Total	Nacional	Extranjera		
6	4	2	Colecta de <i>Psidium guajaba</i>	AGS-INIFAP
2	1	1	Mejoramiento genético para maíz forrajero	AGS-INIFAP
1	1	0	Centro Frutícola del Gobierno del estado	BCN-SFA
1	1	0	Colección de <i>Pinus attenuata</i>	BCN-INIFAP-ENS
1	1	0	Herbario fanerogámico	BCS-UABCS
1	1	0	Jardín de cultivo	BCS-UABCS
3	3	0	Producción de biomasa de especies de zonas áridas (nopal y sábila)	BCS-UABCS
2	1	1	Jardín de cultivo	BCS-UABCS
1	1	0	Producción orgánica de albacar	BCS-UABCS
3	2	1	Poulownia	BCS-CIBNOR
2	2	0	Colección de genotipos de nopal verdura y forrajes	BCS-CIBNOR
1	0	1	Genotipos de frijol chincharo de vaca o frijol yorimon	BCS-CIBNOR
1	1	0	Herbario del CIBNOR	BCS-CIBNOR
1	1	0	Cultivo de <i>Damiana</i>	BCS-CIBNOR
1	1	0	Parcela madre de Yuca	BCS-CIBNOR
2	2	0	Palo de Arco	BCS-CIBNOR
1	1	0	Parcela demostrativa de Chiltepín	BCS-CIBNOR
4	1	3	Colección de microalgas	BCS-CIBNOR
3	2	1	Parcela de ciruelo cimarrón	BCS-CIBNOR
1	1	0	Pitahaya	BCS-CIBNOR
3	3	0	herbario museo de la biodiversidad Maya	CAM-UACAM
7	7	0	Herbario Uacan	CAM-UACAM
1	1	0	Herbario del CEDESU	CAM-UACAM
2	2	0	Plantas forestales maderables y frutales	CAM-ITA5
2	2	0	Vivero Forestal de Chuiná	CAM-VCFCH
3	2	1	Colección de gramíneas y leguminosas forrajeras	CAM-INIFAP-EDZNA
2	1	1	Ensayo de progenesis de Caoba	CAM-INIFAP-EDZNA
4	3	1	Herbario de ECOSUR	CHIA-CFS
5	4	1	Herbarium-CHIP	CHIA-IHNYE
2	2	0	Raza Olotón y Comiteco	CHIA-INIFAP-CENTRO
1	1	0	Banco de germoplasma de Cacao	CHIA-INIFAP-TAP
1	0	1	Leguminosas tropicales	CHIA-UACHIA
3	2	1	Determinación del potencial productivo del portainjerto de manzano y durazno	CHI-INIFAP-SCHI
1	1	0	Colección de germoplasma de nopal	CHI-INIFAP-SCHI
2	2	0	Banco de germoplasma pistachero	CHI-INIFAP-DEL
3	3	0	Huerta la semilla	CHI-UACHI
2	2	0	Mejoramiento genético de maíz	COA-UAAAN
3	2	1	Clones de papa	COA-INIFAP-ARTEAGA
2	1	1	Clones sobresalientes de papa	COA-INIFAP-ARTEAGA
1	1	0	Criollos de cocotero	COL-UC
2	2	0	Jamaica	COL-INIFAP-TECOMAN
2	2	0	<i>Agave</i>	DF-GEA
4	4	0	Programa de nopal	DGO-CHAPINGO
2	2	0	Colecta, Caracterización y Mejoramiento de Plantas Ornamentales en México	MEX-UAEM
1	1	0	Maíz cacahuacintle	MEX-UAEM
1	1	0	<i>Dahlias arbustiva</i>	MEX-UACH



Instituciones participantes			Objetivo de la Red	Clave
Total	Nacional	Extranjera		
2	2	0	Orquidario de la Preparatoria Agrícola	MEX-UACH
1	1	0	Plantas Nativas Con Potencial Ornamental	MEX-UACH
6	6	0	Banco Nacional de Germoplasma Vegetal	MEX-UACH
4	2	2	Colección de Chirimoya	MEX-FSSC-CICTAMEX
5	4	1	Banco de Germoplasma de Aguacate	MEX-FSSC-CICTAMEX
4	3	1	<i>Lotus corniculatus</i> L.	MEX-CP
2	2	0	Pitahaya	MEX-CP
1	1	0	Capulín (<i>Prunus serotina</i>)	MEX-CP
3	3	0	Colección de <i>Lupinus</i>	MEX-CP
2	2	0	Banco Nacional de Chayote	MEX-GIISE
5	4	1	Papa	MEX-INIFAP-TOL
2	2	0	Plantas medicinales	MEX-IIYCAAYFEM
1	1	0	Jardín de introducción	MEX-UNAM-CUAU
3	3	0	Frutales en clima templado	MEX-UNAM-CUAU
5	3	2	Colección de pseudocereales.	MEX-ININ
27	12	15	Aguacate	GTO-INIFAP-BAJIO
3	3	0	Chaya	GTO-INIFAP-BAJIO
6	6	0	Conservatorio y mejoramiento genético de agaves	GTO-UGTO
2	2	0	Semilla de jicama	GTO-ITA33
2	2	0	Chabacano o Albaricoque (<i>Prunus armeniaca</i>)	GTO-INIFAP-NGTO
3	3	0	Banco de Germoplasma de Nopal CENGUA	GTO-INIFAP-NGTO
5	3	2	Banco de Germoplasma de Durazno	GTO-INIFAP-NGTO
1	1	0	Líneas de Frijol	GRO-INIFAP-IGUALA
1	1	0	Forrajes	GRO-INIFAP-IGUALA
1	1	0	Limón Mexicano	GRO-INIFAP-CHILPAN
1	1	0	Plantas de carambola	GRO-INIFAP-CHILPAN
2	2	0	Soya	GRO-CSAEGRO
1	1	0	Maíz	GRO-UAGRO
1	1	0	Herbario	GRO-UAGRO
2	2	0	Colecta de Agaves comunes en el estado de Jalisco	JAL-UG-CUCBA
3	3	0	Nopales silvestres y cultivadas	JAL-UG-CUCBA
1	1	0	Germoplasma de camote de cerro (<i>Discorea</i> spp)	JAL-UG-CUCBA
1	1	0	Tomate de cáscara	JAL-UG-CUCBA
3	3	0	Herbario Carlos L. Dias Luna	JAL-UAG
1	1	0	Banco de Germoplasma de Café	JAL-UG-CUCS
1	1	0	Soya y canola	JAL-INIFAP-CLAV
4	3	1	Aguacate	MICH-INIFAP-URU
1	1	0	Banco de Germoplasma de Aguacate	MICH-INIFAP-URU
2	2	0	Huerto de selecciones de chirimoya en Tongambato, Mich	MICH-UACH-CRUCCO
3	3	0	Semillas de plátano con hueso	MICH-CBTA7
1	1	0	Herbario INECOL	MICH-IEAC-CRB
1	1	0	Evaluación de variedades de plátano	NAY-INIFAP-SI
1	1	0	Estudio de nuevos cultivos de carambolo, litchi y frutales no tradicionales	NAY-INIFAP-SI
2	2	0	Selección de porta injertos de aguacate tolerante a sequía o a fitoptora sinnamo	NAY-INIFAP-SI
1	1	0	Ensayos uniformes de trigo	NL-INIFAP-ANA
4	2	2	Banco de germoplasma de Citricos	NL-INIFAP-GT
6	6	0	Banco de germoplasma	NL-UANL
1	1	0	Orquidario «La encantada»	OAX-UMAO
3	3	0	Orquidario CRUS	OAX-UACH-CRUS
2	2	0	Colectas de semillas de Cayoponia	OAX-IT-COM

Instituciones participantes			Objetivo de la Red	Clave
Total	Nacional	Extranjera		
1	1	0	Pitahaya	OAX-CIIDIR-IPN
1	1	0	Portainjerto de cítricos	OAX-INIFAP
2	2	0	Diversidad de Agaves mezcateros oaxaqueños	OAX-INIFAP
4	4	0	Plantación de Neem y Rama Tinaja	PUE-BUAP
1	1	0	Banco de Germoplasma de Café	PUE-SCAR»TT»
2	2	0	Parque Xcaret	QR-XCARET
1	1	0	Lote productor de cítricos	QR-CESV-QR
3	2	1	Herbario ECO-CH-HB	QR-CFS
2	2	0	Colección de líneas avanzadas de chile jalapeño	QR-INIFAP-CHET
8	4	4	Colección de <i>Prunus</i>	QRO-RFP
5	5	0	Banco de Germoplasma de Cactáceas Suculentas Experimental	SLP-INIFAP
1	1	0	Banco de Germoplasma de Nopal	SLP-INIFAP
1	1	0	Colecta de <i>Opuntia ficus-indica</i>	SLP-UASL
6	5	1	Herbario Jesús González Ortega (UAS)	SIN-UAS
4	4	0	Herbario CESUES	SON-CES
2	0	2	Herbario	SON-US
3	2	1	Variedades y portainjertos de vid	SON-INIFAP-HER
3	3	0	Genotipos de papaya tolerantes a acariosis	TAB-INIFAP-HUI
2	0	2	Banco de germoplasma de cacao	TAB-INIFAP-HUI
6	6	0	Colección de plantas subexplotadas	TAB-ITA26
1	1	0	Chile habanero, tomate de milpa, tomate riñon, chile blanco y chile dulce	TAB-UATAB-DA
5	3	2	Colección de nanche	TAB-UATAB-DA
1	1	0	Variedades elite de Buffel	TAM-INIFAP-RB
1	1	0	Agaves mezcateros de Tamaulipas	TAM-IPN-REY
4	2	2	Gramineas forrajeras	TAM-UAT
3	3	0	Herbario XAL	VER-IE
2	1	1	Colección nacional de Bambues	VER-IE
3	2	1	Colección nacional de cicadas	VER-IE
1	1	0	Huerta «La Reforma» y anexos en Cerro Gordo Veracruz	VER-UV-UX
2	2	0	Propagación de cactus y suculentas en peligro de extinción.	VER-UV-UX
4	4	0	Orquidiario	VER-UV-UX
2	1	1	Chayote	VER-UV-CV
6	5	1	Banco de Germoplasma de Cítricos, Vainilla y Plátano	VER-INIFAP-IXT
2	2	0	Colecciones <i>ex situ</i> de la UACH en Huatusco, Veracruz	VER-UACH-CRUO
3	3	0	Colecta y Caracterización y Conservación de <i>S. edule</i> con fines de registro varietal	VER-UACH-CRUO
2	2	0	Banco de Germoplasma del género <i>Chamaedorea</i>	VER-INIFAP-PAL
3	3	0	Banco de Germoplasma de Mango	VER-INIFAP-COT
1	1	0	Banco de Germoplasma de Café	VER-INIFAP-XAL
4	3	1	Banco de Germoplasma de Piña	VER-INIFAP-PAP
2	2	0	Plantas ornamentales	YUC-CEBTA100
6	3	3	Colección mexicana de coco (<i>Cocos nucifera</i> L)	YUC-CICY
4	4	0	Colección mexicana de germoplasma de Agave spp	YUC-CICY
4	4	0	Herbario-Fibroteca U Najil Tikin Xiw	YUC-CICY
2	2	0	Colección de Chile Habanero de Mococho Yucatán	YUC-INIFAP-MOC
2	2	0	Banco de extractos de la Farmacopea Maya de Yucatán	YUC-UAY
3	2	1	Colección de pitahaya blanca	YUC-UACH
2	2	0	Especies locales	YUC-IT-MER
3	3	0	Banco de germoplasma de durazno	ZAC-INIFAP
5	5	0	Banco de germoplasma de nopal (<i>Opuntia</i> spp) del CRUCEN-UACH	ZAC-UACH-CRUCEN

En la columna Clave, las primeras letras corresponden al estado y las letras después del guión a la institución participante.



CUADRO A.6.4

Redes de Colecciones de Semillas registradas en las encuestas. Objetivos de la red y número de instituciones participantes

Instituciones Participantes			Objetivo de la Red	Clave
Total	Nacional	Extranjera		
20	3	17	Jicama (<i>Pachyrhizus rich. ex DC</i>)	GTO-INIFAP-BAJIO
16	2	14	Chile (<i>Capsicum spp.</i>)	GTO-INIFAP-BAJIO
17	2	15	Calabaza (<i>Cucurbita spp.</i>)	GTO-INIFAP-BAJIO
1	1	0	Banco de germoplasma	GTO-INIFAP-BAJIO
11	6	5	Colección de <i>Phaseolus spp</i>	GTO-INIFAP-BAJIO
2	2	0	Cebada	GTO-INIFAP-BAJIO
19	4	15	Ajo (<i>Allium spp</i>)	GTO-INIFAP-BAJIO
3	2	1	Maíz - INIFAP – Campo Experimental	GTO-INIFAP-BAJIO
17	2	15	Jitomate (<i>Lycopersicon spp.</i>)	GTO-INIFAP-BAJIO
2	1	1	Germoplasma de <i>Prosopis</i>	GTO-UGTO
1	1	0	Colección de semillas de agave	GTO-UGTO
6	3	3	Colección de Prunas	JAL-RFP
3	3	0	Banco de germoplasma del CENREMMAC	JAL-UACH-CRUOC
3	1	2	Colección de frijol silvestre del CUCBA	JAL-UG-CUCBA
2	2	0	Maíces criollos	JAL-UG-CUCBA
4	4	0	Colecta de tomate de cáscara	JAL-UG-CUCBA
3	3	0	Colección de Jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	JAL-IT-T
4	4	0	Banco de germoplasma los capulines	JAL-SEDENA-CAPULINES
2	1	1	Frijol nativo de Jalisco	JAL-INIFAP-TEPA
5	5	0	Semilla original de maíz	JAL-INIFAP-TEPA
1	0	1	Líneas y variedades de garbanzo	JAL-INIFAP-OCOTLAN
2	2	0	Almacén de semillas del programa de maíz	JAL-INIFAP-PC
2	2	0	Mejoramiento genético de Chía (<i>Salvia hispanica, L.</i>)	JAL-FP
2	2	0	Colección de <i>Physalis</i> , resguardada en el BANGEV	
1	1	0	Maíces mejorados	MICH-UMSNH-FA
2	2	0	Población elotera de Maíz	MICH-INIFAP-APATZ
1	1	0	Colecta e incremento de semilla de chile piquín	SLP-CBTA 123
2	2	0	Laboratorio de Cactología	DF-UNAM-IB
1	1	0	Germoplasma de sorgo	MEX-CP
5	3	2	Área de fitomejoramiento y control de calidad genética	MEX-CP
4	3	1	Programa de Mejoramiento Genético para Agrosistemas de Temporal	MEX-CP
2	2	0	Programa de genética y mejoramiento genético del maíz	MEX-CP
2	2	0	Trigo	MEX-CP
2	2	0	Colección de la raza zapalote chico	MEX-CP
3	3	0	Leguminosas Forrajeras Templadas	MEX-CP
1	1	0	Colección por regiones de frijol	MEX-CP
3	3	0	Diversidad genética de chiles nativos	MEX-CP
3	2	1	Frijol	MEX-INIFAP
2	1	1	Colecta de chile manzano	MEX-UACH
7	6	1	Colecta de Tomate de Cáscara	MEX-UACH
2	1	1	Cacahuete	MEX-UACH
1	1	0	Frijoles Negros tipo Veracruz	MEX-UACH
2	2	0	Banco Nacional de Germoplasma Vegetal	MEX-UACH
4	4	0	Especie Silvestre de Dalias	MEX-UACH
1	1	0	Orquidario de la preparatoria agrícola	MEX-UACH
5	4	1	Banco de Germoplasma Institucional	MEX-IICAAYF
6	3	3	Banco de Germoplasma	MEX-IICAAYF

Instituciones Participantes			Objetivo de la Red	Clave
Total	Nacional	Extranjera		
6	6	0	Banco de Germoplasma de Maíz	MEX-INIFAP-VM
3	3	0	Colección nacional de variedades	MEX-INIFAP-VM
3	3	0	Colección Criolla De Maíces Del Valle De Toluca	MEX-UAEM
1	0	1	Conservación del germoplasma vegetal de las regiones áridas y semiáridas de México.	MEX-UNAM-IZTACALA
2	2	0	Semilla de soya	GRO-CSAEGRO
1	1	0	Semillas de girasol	GRO-CSAEGRO
1	1	0	Semilla de Jamaica	GRO-CSAEGRO
2	1	1	Semillas Forrajeras	GRO-INIFAP-IGUALA
1	1	0	Semillas de Ajonjolí	GRO-INIFAP-IGUALA
1	1	0	Semilla de maíz híbrido	GRO-UAGRO-IGUALA
1	1	0	Semilla de frutales semicultivados y exóticos	GRO-UAGRO-IGUALA
1	1	0	Semilla de maíz criollo	GRO-UAGRO-IGUALA
1	1	0	Semilla de Maguey en Viveros comunitarios	GRO-SSS
3	1	2	Maíz Silvestre	MOR-UAEM
2	2	0	Semilla de maíces criollos	MOR-UAEM
3	2	1	Banco Nacional de Germoplasma de Arroz	MOR-INIFAP-ZAC
2	1	1	Arroz - Esterilidad genética masculina	MOR-INIFAP-ZAC
1	1	0	Banco de Germoplasma de Maíz	MOR-INIFAP-ZAC
2	2	0	Semilla de Tomate de cáscara	MOR-INIFAP-ZAC
5	5	0	Chiles de Oaxaca	OAX-INIFAP-VCO
1	1	0	Colecta de frijoles volubles y semivolubles	OAX-INIFAP-VCO
3	3	0	Banco de Germoplasma de Especies Nativas de Oaxaca	OAX-INIFAP-VCO
5	5	0	Semillas nativas de Oaxaca para el Desarrollo Sustentable	OAX-UACH-CRUS
4	4	2	Trigo, avena, vigna, albacar, frijol, tomate, polo fierro, palo amarillo, palo blanco y mezquite	BCS-UABCS
2	1	1	Genotipos de frijol chicharo de vaca o frijo yorimon	BCS-CIBNOR
1	0	1	Banco de germoplasma de agave	SON-US
4	3	1	Conservación, estudio y utilización de la diversidad genética de los maíces nativos	SON-INIFAP-YAQUI
2	2	0	Chilacas negros	CHI-UACHI
2	0	2	Maíces criollos azules y rojos	CHI-UACHI
1	1	0	Colección de semillas de coníferas	CHI-INIFAP-CAMPANA
1	1	0	Ecotipos de Chamizo para zonas altas	CHI-INIFAP-CAMPANA
2	2	0	Líneas avanzadas de cebolla	CHI-INIFAP-DELICIAS
4	3	1	Bodega de semillas	CHI-INIFAP-DELICIAS
5	4	1	Banco de germoplasma de frijol	CHI-INIFAP-SCHI
2	2	0	Banco de germoplasma de avena	CHI-INIFAP-SCHI
1	1	0	Colecciones criollas de la region temporalera de la Sierra de Chihuahua	CHI-INIFAP-SCHI
2	1	1	Banco de germoplasma de clones y variedades de papa	COA-INIFAP-SALTILLO
2	1	1	Banco de germoplasma del cultivo de papa	COA-INIFAP-SALTILLO
1	1	0	Banco de germoplasma (forestal)	COA-UAAAN
2	2	0	Semilla botánica de clones avanzados e híbridos de papa	COA-UAAAN
1	0	1	Colección de trigos criollos	COA-UAAAN
1	1	0	Cultivares de frijol	COA-UAAAN
1	1	0	Maíces tropicales	COA-UAAAN
2	2	0	Mejoramiento genético de maíz	COA-UAAAN
1	0	1	Maíces Criollos regionales	COA-UAAAN
1	1	0	Colección de <i>Capsicum</i>	COA-UAAAN
2	1	1	Colección de semillas de Girasol	COA-UAAAN
2	1	1	Triticales forrajeros	COA-UAAAN
3	3	0	Programa de investigación en recursos fitogenéticos	COA-UAAAN



Instituciones Participantes			Objetivo de la Red	Clave
Total	Nacional	Extranjera		
2	1	1	Girasol	DGO-INIFAP
2	2	0	Haba, amaranto, sorgo, frijol	DGO-ITA1
2	1	1	Proyecto de mejoramiento genético de avena	NL-UANL
2	2	0	Banco de germoplasma de UANL	NL-UANL
2	1	1	Banco de germoplasma de maíces criollos	TAM-UAT
7	6	1	Banco de germoplasma de soya	TAM-INIFAP-SUR
1	1	0	Banco de germoplasma de chile	TAM-INIFAP-SUR
1	1	0	Colección de Líneas sobresalientesde trigo	TAM-INIFAP-RB
1	1	0	Almacén de Semillas	TAM-INIFAP-RB
3	3	0	Conservatorio y Mejoramiento Genético de Agaves	TAM-IBG
2	2	0	Banco de germoplasma de arroz grueso y delgado	CAM-INIFAP-EDZNA
1	0	1	Ciencias agronómicas	CHIA-UACHIA-FCA
1	1	0	Banco de semillas	CHIA-IHNYE-TG
6	3	3	Colección de Prunas	QRO-RFP
8	7	1	Huertas donadoras, huertas de polinización libre y huerta madre	QR-INIFAP-CHETUMAL
2	1	1	ITS-FCP	QR-ITS»FCP»
1	1	0	ECO-CH-HB-Semillas	QR-CFS
2	2	0	Colección de polen cocotero	QR-CESV
3	3	0	Genotipos tolerantes a virosos	TAB-INIFAP-HUIMANG
2	2	0	Colección de chiles en Tabasco	TAB-UJAT-DCB
3	3	0	Colección de semillas de maíz y tomate	TAB-UJAT-DA
2	2	0	Cultivares Criollos de Chontalpa Tabasco	TAB-CP

En la columna Clave, las primeras letras corresponden al estado y las letras después del guión a la institución participante.

CUADRO A.6.5

Redes de Colecciones de Trabajo registradas en las encuestas. Objetivos de la red y número de instituciones participantes

Instituciones Participantes			Objetivo de la Red	Clave
Total	Nacional	Extranjera		
2	2	0	Programa de mejoramiento en canola y Viticultura	AGS-INIFAP-PABELLON
1	1	0	Mejoramiento genético en chile y ajo	AGS-INIFAP-PABELLON
2	2	0	Tomate de cáscara	BCN-UABC-MEXICALI
1	1	0	Líneas avanzadas y candidatas a variedades para B.C. y Norte de Sonora	BCN-UABC-MEXICALI
1	1	0	<i>Yucca schidigera</i>	BCN-UABC-ENSENADA
1	1	0	Plantaciones de palmilla y jojoba	BCN-UABC-ENSENADA
3	3	0	Germoplasma para la obtención de variedades de Trigos Harineros y Cristalinos para Zonas Áridas y Semiáridas	BCN-EMGSA
3	2	1	Halófitas y plantas del desierto.	BCS-CIBNOR
1	0	1	Banco de germoplasma para biosalinidad	BCS-UABCS
2	1	1	Banco de germoplasma de arroz	CAM-INIFAP-EDZNA
3	3	0	Maíces QPMs Colpos- Campeche	CAM-CP
2	2	0	Colección de <i>Agave tequilana</i>	CAM-CP
5	5	0	Acrocomia mexicana	CHIA-IT
2	2	0	Selección combinada en los tipos de chile	CHI-INIFAP-DELICIAS
1	1	0	Cultivares de frijol	COA-UAAAN
1	1	0	Región del Bajío (maíz)	COA-UAAAN
1	1	0	Maíces tropicales	COA-UAAAN
1	1	0	Banco de germoplasma de la UAAAN (papa)	COA-UAAAN
1	1	0	Mejoramiento de maíz	COA-UAAAN
1	1	0	Colección de trigos criollos	COA-UAAAN
3	2	1	Banco de germoplasma de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	COA-INIFAP-SAL
2	1	1	Clones sobresalientes de papa	COA-INIFAP-SAL
2	2	0	Generación de nuevos híbridos y variedades de caña de azúcar para el trópico seco de México	COL-INIFAP-TECOMAN
1	1	0	Cultivo de café en Colima	COL-INIFAP-TECOMAN
2	2	0	Selección de autogamos de trigo	MEX-CP
2	2	0	Diversidad Genética de Chiles Nativos	MEX-CP
4	3	1	Programa de Mejoramiento Genético en Agrosistemas de Temporal	MEX-CP
5	3	2	Colección por Regiones	MEX-CP
3	3	0	Selección bajo temporal en problemas de sequía, calor y heladas	MEX-CP
2	1	1	Maíz azul, amarillo, rojo y blanco	MEX-CP
2	1	1	<i>Medicago sativa</i>	MEX-CP
5	4	1	Maíz y jitomate	MEX-CP
2	2	0	Recursos genéticos de <i>Hilocerius</i>	MEX-CP
3	3	0	Mejoramiento genético de maíz por caracteres fisiotécnico y usos diversos	MEX-CP
3	2	1	Nopal: CRUCEN-UACH; Aguacate: Fundación	MEX-UACH
1	1	0	Frijol Negro tipo Veracruz	MEX-UACH
7	6	1	Tomate de Cáscara	MEX-UACH
2	2	0	Investigación Tecnológica Para el Fomento de producción de oleaginosas en México	MEX-UACH
2	1	1	Cacahuete	MEX-UACH
2	2	0	Colecta de materiales criollos de haba procedentes de los Valles Altos de México	MEX-UACH
1	1	0	Varredco de maíz azul	MEX-INIFAP-MEX
5	4	1	Colección de Trabajo de Leguminosas	MEX-FORESTAL



Instituciones Participantes			Objetivo de la Red	Clave
Total	Nacional	Extranjera		
1	1	0	Tomate de cáscara	MEX-FORESTAL
1	1	0	Cruza de papa	MEX-UAEM
3	3	0	Papa	MEX-INIFAP-TOLUCA
3	2	1	Clones sobresalientes de papa	MEX-INIFAP-TOLUCA
3	3	0	Maíz	GTO-INIFAP-BAJIO
1	1	0	Material Genético de Cebada Maltera-INIFAP-Campo Experimental	GTO-INIFAP-BAJIO
10	8	2	Core Colletion Mundial de Frijol (CIAT)	GTO-INIFAP-BAJIO
1	1	1	QPMs Sequía Maíz y series 200 -300	GTO-INIFAP-BAJIO
2	2	0	Material Genético de Trigo del INIFAP - CAMPO EXPERIMENTAL BAJÍO	GTO-INIFAP-BAJIO
2	1	1	Banco de germoplasma de fresa	GTO-INIFAP-NTE
1	1	0	Trigo, cebada, amaranto girasol	GTO-UGTO
2	2	0	Maíz, tomatillo y sorgo	GTO-UGTO
4	4	0	Maíz	GTO-ITA33
3	3	0	Programa de mejoramiento genético de maíz	GTO-ITA33
1	1	0	Maíz	GRO-UAGRO-IGUALA
1	1	0	Frutales semicultivados y exóticos	GRO-UAGRO-IGUALA
1	1	0	Producción de flor	GRO-CESAEGRO
3	3	0	Soya	GRO-CESAEGRO
1	1	0	Jamaica	GRO-CESAEGRO
3	3	0	Evaluación y selección de germoplasma de maíz con resistencia a plagas	JAL-INIFAP-OCOTLAN
1	1	0	Colección de híbridos de caña de azúcar	JAL-INIFAP-LA HUERTA
1	1	0	Cultivo de híbridos y especies de orquídeas nativas en el invernadero del instituto de Botánica	JAL-UG-CUCBA
1	1	0	Obtención de poblaciones y líneas para la formación de variedades mejoradas de maíz en Jalisco	JAL-UG-CUCBA
4	2	2	Desarrollo de variedades de frijol para el occidente de México	JAL-UG-CUCBA
2	2	0	Aptitud combinatoria y comportamiento híbrido de líneas de maíz tropicales (QPM)	JAL-UG-CUCBA
1	1	0	Mejoramiento genético de tomate de cáscara	JAL-UG-CUCBA
1	1	0	Alternativas en la producción de semillas de cultivos básicos y hortícolas	JAL-UG-CUCBA
7	5	2	Colección de sorgo ICRISAT líneas A, B y R	JAL-UG-CUCBA
1	1	0	Centro Nacional de rescate y mejoramiento de maíces criollos	JAL-INIFAP-OCCIDENTE
3	2	1	Colección de Nopales de México y Colección de Chirimoyas de Michoacán	MICH-INIFAP-CRUCO
3	2	1	Rescate y mejoramiento genético de maíces especiales de la Meseta Purépecha, Mich.	MICH-INIFAP-CRUCO
7	2	5	Frutillas (arándano, frambuesa, fresa y zarzamora)	MICH-UMSNH-A
3	3	0	Cítricos VTC	MICH-INIFAP-APTZ
2	2	0	Maíces tradicionales y amarillos	MICH-INIFAP-APTZ
2	2	0	Arroz	MICH-INIFAP-APTZ
1	1	0	Poblaciones de amplia base genética	MICH-INIFAP-URUAPAN
2	2	0	Colección de Trigo	MICH-INIFAP-URUAPAN
2	2	0	Arroz	MOR-INIFAP-ZAC
1	1	0	Maíz	MOR-INIFAP-ZAC
2	2	0	Tomate de cáscara	MOR-INIFAP-ZAC
3	3	0	Poblaciones criollas de maíz	MOR-UAEMOR
2	2	0	Generación, validación y transferencia de tecnología en oleaginosas	NAY-INIFAP-IXCUINTLA
1	1	0	Evaluación de genotipos de arroz para Nayarit	NAY-INIFAP-IXCUINTLA
3	3	0	Validación y demostración de melón tipo «honey dew» en Santiago Ixcuintla	NAY-INIFAP-IXCUINTLA



Instituciones Participantes			Objetivo de la Red	Clave
Total	Nacional	Extranjera		
9	6	3	Mejoramiento genético de sorgo	NL-UANL
4	4	0	Colecta de Maíz y Chile	OAXACA-SUR
2	2	0	Líneas mejoradas de Milagro Filipino del estado de Oaxaca	OAXACA-INIFAP-LB
1	1	0	Evaluación de variedades precoces de ajonjolí (Sesamun indicum)	OAX-ITCOMITA
2	2	0	Abonos verdes y maíz	OAX-ITCOMITA
4	4	0	Maíz	OAX-INIFAP-VCENTRALES
6	6	0	Colecciones núcleo de maíz	OAX-INIFAP-VCENTRALES
4	3	1	Jardín de colección de especies forrajeras	QR-INIFAP-CHETUMAL
2	2	0	Colección de limón persa	QR-CBTA11
1	1	0	Compatibilidad sexual y Caracterización morfológica de los genotipos de pitahaya cultivado en Quintana Roo	QR-UAQR
1	1	0	ITS-FCP	QR-ITS»FCP»
1	1	0	Invernaderos de Tomate	QR-ITS»FCP»
2	2	0	<i>Bauteloua curtipendura</i> y <i>Hymenachne amplexicaulis</i>	SLP-CP-SLP
2	2	0	Colectas de Chile mirasol guajillo	SLP-INIFAP
2	0	2	Colección de trabajo del cultivo de Mijo Perla	ALP-INIFAP
5	4	1	Colección Internacional de Trigo y Triticale	SLP-INIFAP
1	1	0	FR-HD-MR-10-11-2003	SLP-UASLP
1	0	1	Variedades de trigo para el Norte de Sinaloa	SIN-INIFAP-VALLE FTE
1	0	1	Desarrollo de variedades de frijol aptas para cosecha en condiciones de riego	SIN-INIFAP-VALLE FTE
1	0	1	Formación de variedades de frijol para el trópico para el trópico seco	SIN-INIFAP-VALLE FTE
1	1	0	Variedades de híbridos de maíz para Sinaloa	SIN-INIFAP-VALLE FTE
1	0	1	Variedades de soya para Sinaloa	SIN-INIFAP-VALLE FTE
1	1	0	<i>Agave angustifolia</i>	SON-UDE LA SIERRA
1	1	0	Híbridos y variedades de maíz con alto contenido de aceite	SON-INIFAP-YAQUI
1	1	0	Híbridos y variedades de maíz para el noroeste de México	SON-INIFAP-YAQUI
1	1	0	Germoplasma de cartamo	SON-INIFAP-YAQUI
2	2	0	Germoplasma del proyecto de trigo	SON-INIFAP-YAQUI
3	3	0	Garbanzo, progenitores	SON-INIFAP-HER
6	5	1	Mejoramiento genético de hule a través de clones	TAB-TAB
3	3	0	Maíz y tomate	TAB-UJAT-DA
6	5	1	Banco de germoplasma de soya del trópico húmedo de México	TAM-INIFAP-SUR
2	2	0	Mejoramiento genético de chile	TAM-INIFAP-SUR
3	1	2	Mejoramiento genético de sorgo	TAM-INIFAP-RB
2	2	0	Trigo (<i>Triticum sativum</i>)	TAM-INIFAP-RB
2	1	1	Banco de Germoplasma de Frijol	TAM-INIFAP-RB
1	1	0	Fitomejoramiento de Oleaginosas	TAM-INIFAP-RB
4	4	0	Orquidario	VER-UV-XALAPA
1	0	1	Frijol	VAR-INIFAP-COTAX
1	1	0	Germoplasma Experimental de Maíz Tropical	VAR-INIFAP-COTAX
1	0	1	Semillas Originales (Tuxpeños) de genotipos Liberados de Maíz, Frijol, Arroz y Sorgo.	VAR-INIFAP-COTAX
3	3	0	Maíz	VAR-INIFAP-COTAX
3	2	1	Maíz Tropical Tuxpeño y Líneas de Carolina del Norte	VER-CP
2	2	0	Parcela citrícola de la cooperativa escolar Jacinto Canek	YUC-CBTA14
3	3	0	Banco de leguminosas forrajeras	YUC-ITA19
7	6	1	Recate, conservación y aprovechamiento de germoplasma de chile Habanero	YUC-ITA2
2	2	0	Maíces criollos de temporal de Zacatecas	ZAC-UAZ

En la columna Clave, las primeras letras corresponden al estado y las letras después del guión a la institución participante.

CUADRO A.6.6

Redes de Jardines Botánicos registradas en las encuestas. Objetivos de la red y número de instituciones participantes

Instituciones Participantes			Objetivo de la Red	Clave
Total	Nacional	Extranjera		
1	1	0	Huerto Fenológico	BCN-UABCN-MEXICALI
3	3	0	Jardín Botánico Li-hui	BCS-UABCS
2	1	1	Jardín Botánico Faustino Miranda	CHIA-IHNYE-UTG
5	4	1	Agavetum de la Universidad de Guanajuato	CHIA-UACHIA-FCA
1	1	0	Ing. Gustavo Aguirre Benavides	COA-UAAAN
6	5	1	Jardín Botánico del ISIMA-UJED	DGO-UJEDGO
1	1	0	Jardín Botánico de Zonas Áridas	DGO-RFM
1	1	0	SIGA - ITA 33	GTO-ITA33
1	1	0	Agavetum de la Universidad de Guanajuato	GTO-UGTO
1	0	1	Conservación de Algodón silvestres	GRO-INIFAP-IGUALA
5	4	1	IBUG	JAL-UG-CUCBA
2	2	0	Colección de Orquideas de Jalisco	JAL-UG-CUCBA
3	2	1	Listados Florísticos de la reserva de la sierra de manantlan, Costa sur Jal.	JAL-UG-CUCS
1	1	0	Efrain Hernández Xolocotzin	NL-UANL
1	1	0	Cassiano Conzati	OAX-UO
3	2	1	Jardín botánico Louise Wardle de Camacho	PUE-A SAFARI
4	3	1	Jardín Etnobotánico Francisco Peláez	PUE-JB»FPR»
1	1	0	Ignacio Rodríguez de Alconedo	PUE-BUAP
3	3	0	Jardín de interpretación ambiental «Dr. Obdulio Salas»	QRO-UAQRO
4	4	0	Jardín botánico de Cadereyta «Ing. Manuel González Cosío»	QRO-COCYTQRO
2	2	0	Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marin	QR-CFS
9	7	2	Jardín Botánico	QR-INIFAP-CHETUMAL
1	1	0	Jardín botánico de Xcaret	QR-XCARET
1	1	0	Parque ecológico Zazil	QR-DE»OPB»
1	1	0	XEL-HA	QR-UMA-XEL HA
1	1	0	Chun-Kul-Che	QR-ITA
3	2	1	Jardín botánico ubicado en el Sitio Experimental Vaquería INIFAP	SLP-IPICYT
1	1	0	Jardín Botánico del Centro Ecologico de Sonora	SON-IMAYDS
5	5	0	Jardín Botánico Finca Las Lilas	TAB-SDAFP
3	1	2	Jose N. Roviroso	TAB-UJAT-DCB
1	1	0	Finca la Lilas	TAB-UJAT-DA
1	1	0	DACA	TAB-UJAT-DA
1	1	0	Jardín Agrícola Tropical	TAB-UACH-CRUSE
6	3	3	Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero	VER-IE
4	4	0	Jardín Agrobotánico de la Península de Yucatán (JAPY)	YUC-UACH-MERIDA
4	3	1	Jardín Botánico Regional Xiitbal Nek	YUC-CICY
2	2	0	Louise Wardle de Camacho	YUC-CICY
3	3	0	Jardín Botánico Alfredo Barrera Vázquez	YUC-UAY-FMVZ
2	2	0	Jardín Botánico de Especies Medicinales ITA No. 2 CONKAL Yucatán México	YUC-ITA2

En la columna Clave, las primeras letras corresponden al estado y las letras después del guión a la institución participante

