



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Situación de los Recursos Genéticos Forestales en México

Informe Final del proyecto TCP/MEX/3301/MEX (4)

México, Enero 2011

Trabajo desarrollado para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), por conducto de la Comisión Nacional Forestal, como punto focal para México.

Consultores participantes:

- **Dr. Javier López Upton**
- **Dr. Carlos Ramírez Herrera**
- **Dr. Jesús Jasso Mata**
- **Dr. Marcos Jiménez Casas**
- **Ing. Manuel Aguilera Rodríguez**
- **Ing. José Ricardo Sánchez Velázquez**
- **Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo**

Acrónimos

ANP	Áreas Naturales Protegidas
BGF	Banco de Germoplasma Forestal
CATGF	Centro de Almacenamiento Temporal de Germoplasma Forestal
COFAN	Comisión Forestal de América del Norte
COLPOS	Colegio de Postgraduados
CONABIO	Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés: <i>Food and Agriculture Organization</i>)
INFyS	Inventario Nacional Forestal y de Suelos
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
LGDFS	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
LGVS	Ley General de Vida Silvestre
RAPD	DNA polimórfico amplificado al azar (por sus siglas en inglés: <i>Random Amplified Polymorphic DNA</i>)
RGF	Recursos Genéticos Forestales
RNGF	Red Nacional de Germoplasma Forestal
UPGF	Unidades Productoras de Germoplasma Forestal

INDICE

Página

Índice de Cuadros	v
Índice de Figuras	vii
Índice de Anexos	viii
A. Resumen Ejecutivo.....	i
Capítulo 1 Estado actual de la diversidad de los recursos genéticos forestales.	1
1.1. Tipos de vegetación en México.....	1
1.2. Diversidad genética en especies forestales.	2
1.3. Especies prioritarias forestales en México.....	6
1.4. Beneficios obtenidos de ecosistemas y especies forestales.	8
1.5. Ecosistemas forestales y especies amenazadas.....	11
1.6. Análisis de riesgo de pérdida de los recursos genéticos debido a catástrofes.	13
1.7. Prioridades para evitar la pérdida de los recursos genéticos forestales.	13
Capítulo 2 Estado de la conservación genética <i>in situ</i>	15
2.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) en México.....	15
2.2. Áreas forestales con programa de manejo.	17
2.3. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).....	17
2.4. Programas de conservación y fomento.....	19
2.5. Estrategias para mantener las colecciones <i>in situ</i>	20
Capítulo 3 El estado de la conservación genética <i>ex situ</i>	23
3.1. Especies forestales comprendidas en los programas de conservación <i>ex situ</i>	23
3.2. Plantaciones de conservación <i>ex situ</i> establecidos en el país.	23
3.3. Infraestructura para la conservación <i>ex situ</i>	32
3.4. Arboretos y jardines botánicos establecidos en México.....	34
3.5. Uso y transferencia de germoplasma dentro y fuera del país.	35
3.6. Documentación y caracterización oficial del germoplasma.....	36
3.7. Medidas utilizadas para mantener y promover la conservación <i>ex situ</i>	36
Capítulo 4 Estado del uso y la ordenación sostenible de los recursos genéticos forestales.	39
4.1. Objetivos del mejoramiento genético.....	39
4.2. Nivel del mejoramiento genético.....	39

4.3.	Grado de uso de materiales de reproducción de bosques mejorados en el país.....	40
4.4.	Medidas tomadas para promover el uso de material genéticamente mejorado.....	41
4.5.	Programas de selección participativa de árboles forestales en el país.....	41
4.6.	Sistemas de información sobre el mejoramiento genético forestal.....	42
4.7.	Especies de las cuales se puede intercambiar germoplasma.	42
4.8.	Especies mejoradas de las cuales se pueden proporcionar germoplasma a escala comercial.....	42
4.9.	Clasificación del material reproductivo mejorado que se usa en el país.....	42
4.10.	Variedades producidas en el país.....	43
4.11.	Presentación pública de los materiales genéticos forestales mejorados.	43
4.12.	Prioridades para mejorar la conservación <i>ex situ</i>	43
Capítulo 5 El estado de los programas, la investigación, la educación, la capacitación y la legislación en el país.		45
5.1.	Instituciones que participan en la protección y fomento de los recursos genéticos forestales.....	45
5.2.	Programa nacional para los recursos genéticos forestales.....	46
5.3.	Marco jurídico para las estrategias, planes y programas de recursos genéticos forestales.	46
5.4.	Apoyo al programa nacional para los recursos genéticos forestales.....	47
5.5.	Educación, investigación y capacitación.	48
5.6.	Oportunidades de educación y capacitación fuera del país.	51
5.7.	Legislación pertinente a los recursos genéticos forestales.....	51
5.8.	Acuerdos y convenios internacionales suscritos por México.	52
5.9.	Obstáculos para elaborar leyes y reglamentos pertinentes a los recursos genéticos forestales.....	53
5.10.	Sistemas de gestión de la información en apoyo al uso sostenible, el desarrollo y la conservación de los recursos genéticos forestales.	54
5.11.	Sensibilidad sobre la importancia de los recursos genéticos forestales.	54
5.12.	Desafíos, las necesidades y las prioridades principales en México para mantener o fortalecer un programa nacional para los recursos genéticos forestales en los próximos 10 años.	56
Capítulo 6 Situación de la colaboración regional e internacional.....		58
6.1.	Redes temáticas sobre recursos genéticos forestales.	58

6.2. Necesidades y prioridades para crear o fortalecer redes nacionales e internacionales para los recursos genéticos forestales.	58
6.3. Otras organizaciones y los principales resultados de esos programas.	60
6.4. Necesidades y prioridades de México para la futura colaboración internacional.	62
Capítulo 7 Acceso a los recursos genéticos forestales y beneficios.	64
7.1. Acceso a los recursos genéticos forestales en México.	64
7.2. Acceso a los recursos genéticos forestales situados fuera del país.	65
7.3. Distribución de beneficios derivados del uso de los RGF.	66
7.4. Prioridades para mejorar el acceso y beneficio del uso de los RGF.	67
Capítulo 8 Contribución de los recursos genéticos forestales a la seguridad alimentaria, reducción de la pobreza y el desarrollo sostenible.	68
8.1. Prioridades nacionales y contribución de los recursos genéticos forestales en los temas económico, social, y ambiental.	68
8.2. Contribuciones de la gestión de los recursos genéticos forestales a los Objetivos de Desarrollo del Milenio.	69
8.3. Especies forestales de importancia para la seguridad alimentaria y reducción de la pobreza.	70
Referencias bibliográficas.	71

Índice de Cuadros

		Página
Cuadro 1.1	Tipos de vegetación y superficie forestal estimada en México en 2002 y 2007 y pérdida de cobertura en este periodo (FAO, 2010).	1
Cuadro 1.2	Especies nativas que se han caracterizado genéticamente (SEMARNAT, 2012).	3
Cuadro 1.3	Diversidad genética (H_e = heterocigosidad esperada) y coeficiente de diferenciación (G_{ST}) en especies nativas usando aloenzimas.	4
Cuadro 1.4	Diversidad genética (H_{mt} y H_{cp}) y coeficiente de diferenciación (G_{STmt} y G_{STcp}) en especies nativas usando marcadores moleculares en ADNmt y ADNcp.	5
Cuadro 1.5	Diversidad genética y coeficiente de diferenciación (GST) en especies mexicanas usando ADN nuclear.	5
Cuadro 1.6	Diversidad genética (P = porcentaje de loci polimórficos) en especies nativas usando RAPD.	6
Cuadro 1.7	Especies prioritarias características del bosque de coníferas	7
Cuadro 1.8	Especies prioritarias nativas en el bosque de encino, selvas, vegetación hidrófila y matorral xerófilo.	7
Cuadro 1.9	Ejemplos de especies forestales bajo aprovechamiento.	8
Cuadro 1.10	Volumen de madera (miles de m^3r) aprovechado anualmente en el periodo 2000 a 2010 (SEMARNAT, 2012a).	9
Cuadro 1.11	Volumen de madera (miles de m^3r) destinada a diferentes productos en el periodo 2000 a 2010 (SEMARNAT, 2012b).	9
Cuadro 1.12	Cantidad (toneladas) de productos no maderables en el periodo 2000 a 2010 (SEMARNAT, 2012c).	10
Cuadro 1.13	Superficie por tipo de vegetación apoyada por el programa de pago por servicios ambientales.	11
Cuadro 1.14	Número de incendios forestales en el periodo 2001 a 2011.	12
Cuadro 1.15	Superficie promedio anual afectada por plagas y enfermedades (SEMARNAT, 2011).	13
Cuadro 2.1	Categoría y superficie de las ANP federales (CONANP, 2011).	15
Cuadro 2.2	Número de ANP y superficie en los años 2001 y 2011.	15
Cuadro 2.3	Tipo de vegetación en las Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2011)	17
Cuadro 2.4	Unidades productoras de germoplasma forestal registradas por CONAFOR.	20
Cuadro 3.1	Especies y variedades forestales utilizadas en la conservación <i>ex situ</i> .	23
Cuadro 3.2	Plantaciones y bancos de conservación <i>ex situ</i> .	24
Cuadro 3.3	Instancias participantes en proyectos de conservación <i>ex situ</i> .	30
Cuadro 3.4	Infraestructura para el almacenamiento de semillas forestales.	32
Cuadro 3.5	Arboretos y jardines botánicos por Entidad Federativa.	35
Cuadro 3.6	Categorías de apoyo del programa ProÁrbol 2012, que permiten fomentar los recursos genéticos forestales.	37
Cuadro 3.7	Especies seleccionadas dentro de la sub-categoría de apoyo para el establecimiento de áreas para la producción de semillas forestales (A4-G), por grupo de especies.	37
Cuadro 4.1	Usos principales de las especies sujetas a mejoramiento genético.	39
Cuadro 4.2	Relación de huertos semilleros sexuales (HSS) activos.	39
Cuadro 4.3	Relación de huertos semilleros asexuales (HSA) activos.	40
Cuadro 4.4	Relación de bancos clonales (BC) activos.	40
Cuadro 4.5	Clasificación de unidades productoras y germoplasma forestal consideradas en el proyecto de Norma Mexicana sobre germoplasma forestal.	43
Cuadro 5.1	Instancias participantes en la protección y fomento de los recursos genéticos forestales.	45
Cuadro 5.2	Proyectos de conservación y fomento de los RGF 2001-2011.	48
Cuadro 5.3	Instituciones de enseñanza que forman profesionistas con conocimientos sobre recursos genéticos forestales.	48
Cuadro 5.4	Necesidades de instrumentos normativos en recursos genéticos forestales en	54

	México.	
Cuadro 5.5	Material impreso y cursos impartidos en todas las entidades.	55
Cuadro 5.6	Necesidades de sensibilización específica de los recursos genéticos forestales en México.	56
Cuadro 6.1	Resumen de las principales actividades llevadas a cabo a través de las redes en diversas especies y sus productos.	59
Cuadro 6.2	Necesidades de colaboración internacional para los recursos genéticos forestales.	63
Cuadro 7.1	Intercambio de germoplasma realizado en los últimos 10 años con otros países.	65
Cuadro 8.1	Contribución potencial de los recursos genéticos forestales en los objetivos del desarrollo del milenio en México.	69

Índice de Figuras

		Página
Figura 1.1	Porcentaje de pérdida de superficie forestal por tipo de vegetación en México durante el periodo 2002 - 2007: (BC = bosque de coníferas; BE = bosque de encinos; BMM = bosque mesófilo de montaña; SP = selva perennifolia; SSC = selva subcaducifolia; SC = selva caducifolia; SE = selva espinosa; VH = vegetación hidrófila; OTV = otro tipo de vegetación; MX = matorral xerófilo; PA = pastizales; VI = vegetación inducida) (FAO, 2010).	2
Figura 2.1	Especies forestales con mayor frecuencia en las ANP federales.	16
Figura 2.2	Superficie de UMA registrada a nivel nacional (SEMARNAT, 2012c).	18
Figura 2.3	Localización de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SEMARNAT, 2012c).	19

Índice de Anexos

		Página
Anexo 1	Distribución de la varianza en características cuantitativas en varias especies forestales de México.	A - 1
Anexo 2	Especies prioritarias arbóreas, arbustivas y agaves para la reforestación en México definidas por la CONABIO y la CONAFOR.	A - 2
Anexo 3	Principales especies forestales arbóreas, arbustivas y otras plantas forestales que presentan servicios ambientales o que tienen valor social (CONABIO, 2011).	A - 8
Anexo 4	Lista de especies forestales amenazadas desde el punto de vista genético y tipo de amenaza.	A - 10
Anexo 5	Relación de Áreas Naturales Protegidas de Nivel Federal.	A - 11
Anexo 6	Relación de Áreas Naturales Protegidas de Nivel Estatal.	A - 22
Anexo 7	Relación de Áreas Naturales Protegidas de Nivel Municipal.	A - 57
Anexo 8	Relación de Áreas Naturales Protegidas Particulares.	A - 65
Anexo 9	Unidades Productoras de Germoplasma Forestal registradas por la CONAFOR.	A - 66
Anexo 10	Relación de Jardines Botánicos en la República Mexicana.	A - 78
Anexo 11	Relación de los proyectos de fomento e investigación de los RGF, en el periodo 2001-2011.	A - 92
Anexo 12	Relación de instituciones de Educación en México que contemplan en sus programas de formación, materias relacionadas al manejo de recursos genéticos forestales. Se indica la carrera y la materia ofrecida.	A - 101
Anexo 13	Directorio nacional de investigadores que desarrollan actividades relacionadas con los RGF.	A - 104
Anexo 14	Relación de logros obtenidos en la participación de México en el grupo de trabajo sobre recursos Genéticos Forestales de la Comisión de América del Norte (COFAN) de la FAO (últimos 10 años).	A - 108
Anexo 15	Especies forestales de importancia para la seguridad alimentaria y para la reducción de la pobreza	A - 110

A. Resumen Ejecutivo.

El Comité Forestal de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization), en su 19ª reunión de marzo de 2009, apoyó la recomendación de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura y el Panel de expertos de la FAO sobre Recursos Genéticos Forestales (RGF), sobre la preparación de un Informe sobre el Estado de los Recursos Genéticos Forestales del Mundo, para 2013, mismo que servirá de referencia para la acción nacional, regional y mundial. El Comité instó a los países miembros a colaborar con la FAO y las organizaciones asociadas en la producción de este informe.

Para elaborar los informes nacionales, se nombraron puntos focales o responsables en cada país, correspondiendo a México, la Gerencia de Reforestación de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Adicionalmente, se recomendó a los países integrar el reporte nacional del estado que guardan sus recursos genéticos forestales, considerando sus funciones y valores, describiendo los aspectos conexos de biodiversidad, los sistemas de producción, los productos y servicios que suministran y el papel que desempeñan respecto a la ordenación forestal sostenible, la seguridad alimentaria y la lucha contra la pobreza.

Para este propósito, durante el pasado mes de mayo del 2011, la CONAFOR suscribió un Acuerdo Específico de Colaboración con la Universidad Autónoma Chapingo, con el objeto de elaborar el presente Informe. Previo al análisis y sistematización de la información, la CONAFOR y la Universidad convocaron a los principales actores involucrados en la conservación y fomento de los recursos genéticos forestales en México (dependencias federales y estatales, instituciones de enseñanza e investigación, empresas plantadoras e investigadores independientes), para aportar información y comentarios conforme a las funciones y actividades que realizan, haciendo un total de 200 consultas.

El contenido del Informe se elaboró de acuerdo a los lineamientos establecidos por la FAO, en el documento denominado "Directrices para la Preparación de los Informes de los Países para la Situación de los Recursos Genéticos Forestales del Mundo", elaborado en

junio del 2010. De esta manera, el presente informe incluye 8 capítulos que describen el estado actual de los RGF considerando: la biodiversidad, los proyectos de conservación y mejoramiento genético *in situ* y *ex situ*, el uso y ordenamiento de los recursos genéticos, los programas de investigación, educación y capacitación, alcances de la colaboración regional e internacional, disposiciones que regulan el acceso a los recursos genéticos, beneficios y su contribución a la seguridad alimentaria y reducción de la pobreza.

En cada uno de los capítulos se incluyen la problemática u obstáculos que existen en México, así como las estrategias o prioridades para el corto, mediano y largo plazo, a fin de superarlos y asegurar la preservación de los RGF así como su aprovechamiento sustentable. El informe incluye un conjunto de anexos que contienen información específica sobre las especies forestales prioritarias para la reforestación, especies forestales amenazadas, Áreas Naturales Protegidas, Unidades Productoras de Germoplasma Forestal, relación de jardines botánicos, proyectos de investigación conservación y fomento, así como información diversa relacionada con los RGF de México. Todo esto servirá como fuente de información para alimentar una base de datos de los recursos genéticos forestales de México.

Capítulo 1 Estado actual de la diversidad de los recursos genéticos forestales.

1.1. Tipos de vegetación en México.

México se ubica en cuarto lugar a nivel mundial en biodiversidad y endemismo (Mittermeier *et al.*, 1998). Esta diversidad se distribuye en trece grandes tipos de vegetación (Cuadro 1.1). La superficie forestal estimada en México fue de 146,118,323 ha en 2002 (FAO, 2010), mientras que para 2007 ésta cambió a 144,529,211 ha (FAO, 2010). El matorral xerófilo fue el que presentó mayor pérdida en superficie, en el periodo 2002 a 2007, debido a la superficie que cubre este tipo de vegetación en el país, sin embargo, la pérdida fue únicamente del 0.86 % de la superficie reportada para este tipo de vegetación en el 2002. Las selvas y pastizal registraron la mayor disminución relativa en superficie, en comparación con la superficie forestal existente para este tipo de vegetación, en el año 2002.

Las especies del género *Pinus*, representado por 54 especies nativas, son las de mayor frecuencia en los bosques de coníferas en México (Perry, 1991). Entre estas especies se encuentran *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus durangensis*, *Pinus douglasiana*, *Pinus devoniana*, *Pinus patula*, *Pinus maximinoi*, *Pinus ayacahuite*, entre muchas otras. También existen otros géneros que crecen en este tipo de bosque como son *Abies*, *Pseudotsuga*, *Picea*, *Cupressus* y *Juniperus*, los cuales están representados por algunas de las especies que se mencionan a continuación: *Abies religiosa*, *Abies guatemalensis*, *Abies durangensis*, *Abies mexicana*, *Abies vejarii*, *Abies concolor*, *Pseudotsuga menziesii*, *Picea chihuahuana*, *Picea engelmannii* y *Picea martinezii*, *Cupressus lusitanica*, *Cupressus guadalupensis*, *Juniperus deppeana*, *Juniperus flaccida*, *Juniperus californica*, *Juniperus monosperma*, *Juniperus comitana* y *Juniperus gamboana* (Rzewdoski, 1978).

Cuadro 1.1 Tipos de vegetación y superficie forestal estimada en México en 2002 y 2007, y pérdida de cobertura en este periodo (FAO, 2010).

Tipo de vegetación	Superficie (ha)		Pérdida†	
	2002	2007	(ha)	%
Bosque de coníferas	16,468,771	16,442,279	26,492	0.16
Bosque de encino	15,327,532	15,315,459	12,072	0.08
Bosque mesófilo de montaña	1,711,615	1,702,639	8,976	0.52
Bosque cultivado‡	0	33,014	-33,014	
Selva perennifolia	9,205,957	8,968,428	237,529	2.58
Selva subcaducifolia	4,392,514	4,236,321	156,193	3.56
Selva caducifolia	16,797,362	16,474,631	322,731	1.92
Selva espinosa	1,714,370	1,663,434	50,937	2.97
Vegetación hidrófila	2,585,109	2,577,038	8,070	0.31
Otros tipos de vegetación	491,956	491,036	920	0.19
Matorral xerófilo	58,086,760	57,585,728	501,032	0.86
Pastizales	12,379,553	12,068,385	311,168	2.51
Vegetación inducida	6,956,825	6,970,818	-13,993	
Total	146,118,323	144,529,211	1,589,112	

†Valores negativos representa un incremento en la superficie: ‡ No se reportó dato en el año 2002.

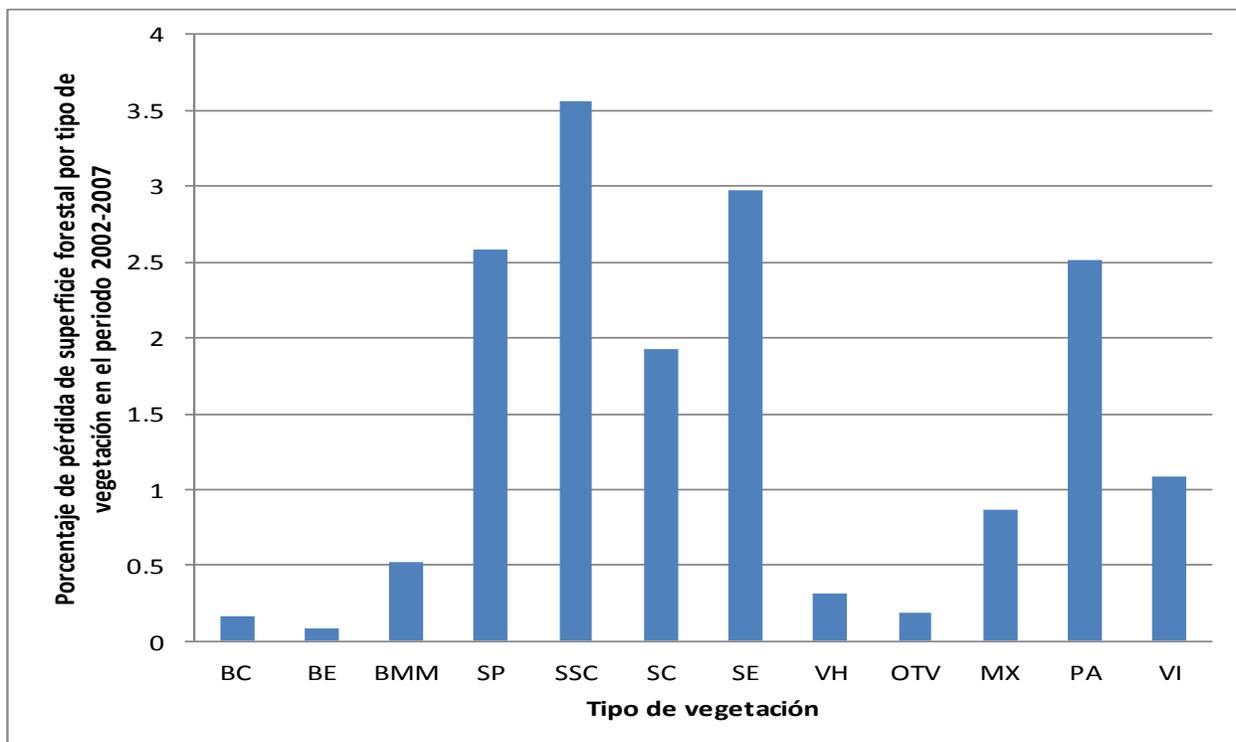


Figura 1.1. Porcentaje de pérdida de superficie forestal por tipo de vegetación en México durante el periodo 2002 - 2007: (BC = bosque de coníferas; BE = bosque de encinos; BMM = bosque mesófilo de montaña; SP = selva perennifolia; SSC = selva subcaducifolia; SC = selva caducifolia; SE = selva espinosa; VH = vegetación hidrófila; OTV = otro tipo de vegetación; MX = matorral xerófilo; PA = pastizales; VI = vegetación inducida) (FAO, 2010).

En los bosques de encinos de México crecen más de 200 especies del género *Quercus* (Challenger y Soberón, 2008), entre las que se encuentran *Quercus laurina*, *Quercus rugosa* y *Quercus macrophylla*. Las especies de este género son de alto valor para producir carbón y madera para muebles (García-Molina, 2008).

En las selvas existe una alta riqueza de especies de las cuales muy pocas se encuentran bajo aprovechamiento. Entre las especies tropicales que más se han utilizado con fines comerciales están *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*. Sin embargo, existen otras especies arbóreas que se utilizan para la extracción de leña y como cercos vivos, como es el caso de *Gliricidia sepium*, la cual crece tanto en las selvas medianas perennifolias y subperennifolias, como en selvas bajas caducifolias. *Prosopis juliflora* y *Acacia farnesiana*, entre muchas otras especies, son representativas del matorral xerófilo. *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* son parte de la vegetación hidrófila (Rzewdoski, 1978).

1.2. Diversidad genética en especies forestales.

En México no existe una política nacional para realizar estudios y elaborar un inventario de la variación genética en especies arbóreas y arbustivas, y tampoco se han establecido mecanismos para dar seguimiento a la pérdida genética y vulnerabilidad de las especies. Sin embargo, a través de instituciones como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la

Biodiversidad (CONABIO), que son instancias federales, se han apoyado algunos proyectos encaminados a determinar la diversidad genética de especies forestales, los cuales han sido desarrollados por instituciones de educación e investigación del país. Por ejemplo, la CONABIO ha financiado 47 proyectos de investigación relacionados con estudios sobre inventarios florísticos, análisis de especies con potencial económico y especies útiles para la reforestación (CONABIO, 2012). Los trabajos existentes corresponden principalmente a especies forestales en categoría de riesgo, y aquellas con una distribución restringida. Se ha cuantificado la diversidad genética en pocas especies de importancia económica y de distribución amplia, como son los casos de *Abies religiosa*, *Pinus patula*, *Pinus oocarpa*, *Pinus greggii*, *Pinus pinceana*, *Pinus leiophylla*, *Pseudotsuga menziesii* y *Cedrela odorata* (Aguirre-Plater *et al.*, 2000; Dvorak *et al.*, 2009; Gugger *et al.*, 2011; Jaramillo-Correa *et al.*, 2006; Ledig *et al.*, 2001; Molina-Freaner *et al.*, 2001; Navarro *et al.*, 2005; Parraguirre-Lezama *et al.*, 2002; Ramirez-Herrera, 2007; Ramirez-Herrera *et al.*, 2011; Rodríguez-Banderas *et al.*, 2009).

Por otra parte, algunas instituciones internacionales como son el CAMCORE (Programa Internacional para el mejoramiento genético y conservación de especies forestales, antes denominada Central American and Mexican Coniferous Resource Cooperative) y el Servicio Forestal de los Estados Unidos de América (USDA-FS por sus siglas en inglés), han publicado estudios sobre variación interespecíficas de especies mexicanas (Ledig *et al.*, 2001; Dvorak *et al.*, 2009).

Con respecto a los métodos para estimar diversidad genética (la cual se infiere a través del cálculo de heterocigosidad esperada, heterocigosidad observada, número de alelos por locus y porcentaje de loci polimórficos), los marcadores moleculares han sido los más populares para las especies forestales en los últimos diez años (Cuadro 1.2). En el periodo 2001 a 2011, se publicaron en revistas indexadas, 41 estudios que describen la diversidad genética de 29 especies forestales, de las cuales la mayoría de éstas pertenecen al género *Pinus*, seguido de algunas especies del género *Abies*. En estudios donde se han utilizado aloenzimas la diversidad genética (heterocigosidad esperada) promedio fue de 0.19, y varió de 0.07 en *Abies guatemalensis* a 0.39 en *Pinus lagunae* (Aguirre-Plater *et al.*, 2000; Molina-Freaner *et al.*, 2001) (Cuadro 1.3). La diversidad genética a través de isoenzimas encontrada en las especies mexicanas fue similar a la diversidad genética (0.17) reportada para la mayoría de las gimnospermas (Hamrick *et al.*, 1992).

Cuadro 1.2. Especies nativas que se han caracterizado genéticamente (SEMARNAT, 2012).

Especies	Nativa (N) o Exótica (E)	Caracterización			Referencia
		Morfológica	Adaptativa	Molecular	
<i>Cedrela odorata</i>	N		X	X	Navarro <i>et al.</i> , 2005
			X		Sánchez-Monsalvo <i>et al.</i> , 2003
<i>Pinus oocarpa</i>	N		X		Viveros-Viveros <i>et al.</i> , 2005
				X	Sáenz-Romero y Tapia-Olivares, 2003
				X	Dvorak <i>et al.</i> , 2009
<i>Pinus patula</i>	N		X		Sáenz-Romero <i>et al.</i> , 2011a
					Sáenz-Romero <i>et al.</i> , 2011b
				X	Dvorak <i>et al.</i> , 2009
<i>Pinus greggii</i>	N		X		López-Upton <i>et al.</i> , 2000
			X		López-Locía y Valencia-Manzo, 2001
				X	Parraguirre-Lezama <i>et al.</i> , 2002
			X		López-Upton, <i>et al.</i> , 2004
			X		Hernández-Pérez <i>et al.</i> , 2001

Especies	Nativa (N) o Exótica (E)	Caracterización			Referencia
		Morfológica	Adaptativa	Molecular	
<i>Pinus leiophylla</i>	N		X		Gómez-Jiménez <i>et al.</i> , 2010
				X	Rodríguez-Banderas <i>et al.</i> , 2009
<i>Pinus pinceana</i>			X	X	Ramírez-Herrera <i>et al.</i> , 2011
				X	Ledig <i>et al.</i> , 2001
				X	Molina-Freaner <i>et al.</i> , 2001
<i>Pinus culminicola</i>	N			X	Favela-Lara, 2010
<i>Pinus chiapensis</i>	N			X	Newton <i>et al.</i> , 2002
<i>Fagus grandifolia s.m.</i>	N			X	Rowden <i>et al.</i> , 2004
					Montiel-Oscuro, 2011
<i>Abies flinckii</i>	N			X	Jaramillo-Correa <i>et al.</i> , 2008
<i>Abies guatemalensis</i>	N			X	Jaramillo-Correa <i>et al.</i> , 2008
<i>Abies hickeli</i>	N			X	Jaramillo-Correa <i>et al.</i> , 2008
<i>Abies religiosa</i>	N			X	Jaramillo-Correa <i>et al.</i> , 2008
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	N			X	Gugger <i>et al.</i> , 2011
				X	Wei <i>et al.</i> , 2011
		X			Mápula-Larreta <i>et al.</i> , 2008
<i>Picea chihuahuana</i>	N			X	Jaramillo-Correa <i>et al.</i> , 2006
<i>Pinus nelsonii</i>				X	Cuenca <i>et al.</i> , 2003
<i>Pinus chihuahuana</i>				X	Rodríguez-Banderas <i>et al.</i> , 2009
<i>Pinus strobiformis</i>				X	Moreno- Letelier y Piñero, 2009
<i>Pinus ayacahuite</i>				X	Moreno- Letelier y Piñero, 2009
<i>Pinus montezumae</i>				X	Delgado <i>et al.</i> , 2007
<i>Pinus pseudostrabus</i>				X	Delgado <i>et al.</i> , 2007
		X			Reyes-Hernández <i>et al.</i> , 2005
		X			Mápula-Larreta <i>et al.</i> , 2008
			X		Viveros-Viveros <i>et al.</i> , 2005
<i>Pinus tecunumanii</i>				X	Dvorak <i>et al.</i> , 2009
<i>Pinus radiata</i>				X	Karhu <i>et al.</i> , 2006
<i>Abies flinckii</i>				X	Aguirre-Plater <i>et al.</i> , 2000
<i>Abies guatemalensis</i>				X	Aguirre-Plater <i>et al.</i> , 2000
<i>Abies hickeli</i>				X	Aguirre-Plater <i>et al.</i> , 2000
<i>Abies religiosa</i>				X	Aguirre-Plater <i>et al.</i> , 2000
<i>Pinus coulteri</i>				X	Ledig, 2000
<i>Pinus lagunae</i>				X	Molina-Freaner <i>et al.</i> , 2001
<i>Pinus muricata</i>				X	Molina-Freaner <i>et al.</i> , 2001
<i>Pinus hartwegii</i>				X	Viveros-Viveros <i>et al.</i> , 2010
<i>Taxus globosa</i>		X			Ramírez-Sánchez <i>et al.</i> , 2011
<i>Picea mexicana</i>		X			Flores-López <i>et al.</i> , 2005

Cuadro 1.3. Diversidad genética (H_e = heterocigosidad esperada) y coeficiente de diferenciación (G_{ST}) en especies nativas usando aloenzimas.

Especie	H_e	G_{ST}	Referencia
<i>Abies flinckii</i>	0.11	0.27	Aguirre-Plater <i>et al.</i> , 2000
<i>Abies guatemalensis</i>	0.07	0.12	Aguirre-Plater <i>et al.</i> , 2000
<i>Abies hickeli</i>	0.10	0.07	Aguirre-Plater <i>et al.</i> , 2000
<i>Abies religiosa</i>	0.11	0.25	Aguirre-Plater <i>et al.</i> , 2000
<i>Pinus coulteri</i>	0.15	0.17	Ledig, 2000
<i>Pinus pinceana</i>	0.17	0.15	Ledig <i>et al.</i> , 2001
<i>Pinus pinceana</i>	0.37	0.25	Molina-Freaner <i>et al.</i> , 2001
<i>Pinus pinceana</i>	0.23	0.16	Ramírez-Herrera, 2007
<i>Pinus lagunae</i>	0.39	0.19	Molina-Freaner <i>et al.</i> , 2001
<i>Pinus muricata</i>	0.35	0.16	Molina-Freaner <i>et al.</i> , 2001
<i>Pinus oocarpa</i>	0.10	0.00	Sáenz-Romero, 2003
<i>Pinus hartwegii</i>	0.12	0.11	Viveros-Viveros <i>et al.</i> , 2010
<i>Pinus greggii</i>	0.12	0.38	Parraguirre Lezama <i>et al.</i> , 2002
<i>Fagus grandifolia</i> subsp. <i>mexicana</i>	0.21	0.05	Montiel-Oscuro, 2011

La diversidad (H_{mt}) estimada con marcadores de ADN de la mitocondria en *Abies flinckii*, *Abies guatemalensis*, *Abies hickelii*, *Abies religiosa* y *Picea chihuahuana* fue muy baja, no así en *Pseudotsuga menziesii* (Jaramillo-Correa *et al.*, 2008 y 2006; Gugger *et al.*, 2011) (Cuadro 1.4). La mayoría de diversidad promedio (89 %) detectada con marcadores moleculares de ADN de la mitocondria, se distribuyó entre poblaciones. La totalidad de la diversidad en *Abies flinckii* y *Abies religiosa* a través de ADN de la mitocondria, se distribuye entre poblaciones ($G_{STmt} = 1.0$) (Jaramillo-Correa *et al.*, 2008). La diversidad (H_{cp}) promedio en especies mexicanas utilizando marcadores de ADN en cloroplastos (cp) fue de 0.70, y varió de 0.41 en *Pinus montezumae* a 0.94 en *Abies hickeli* (Delgado *et al.*, 2007; Jaramillo-Correa *et al.*, 2008).

Cuadro 1.4. Diversidad (H_{mt} y H_{cp}) y coeficiente de diferenciación (G_{STmt} y G_{STcp}) en especies nativas usando marcadores moleculares en ADN_{mt} y ADN_{cp} .

Especies	H_{mt}	H_{cp}	G_{STmt}	G_{STcp}	R_{ST}	Referencia
<i>Abies flinckii</i>	0.00	0.80	1.00	-	-	Jaramillo-Correa <i>et al.</i> , 2008
<i>Abies guatemalensis</i>	0.04	0.93	0.81	-	-	Jaramillo-Correa <i>et al.</i> , 2008
<i>Abies hickelii</i>	0.05	0.94	0.78	-	-	Jaramillo-Correa <i>et al.</i> , 2008
<i>Abies religiosa</i>	0.00	0.91	1.00	-	-	Jaramillo-Correa <i>et al.</i> , 2008
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0.59	0.79	0.77	0.56	-	Gugger <i>et al.</i> , 2011
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0.48	0.91	0.92	0.29	-	Wei <i>et al.</i> , 2011
<i>Picea chihuahuana</i>	0.00	0.42	1.00	0.36	-	Jaramillo-Correa <i>et al.</i> , 2006
<i>Pinus nelsonii</i>	-	0.73	-	0.13	0.5	Cuenca <i>et al.</i> , 2003
<i>Pinus leiophylla</i>	-	0.87	-	0.41	-	Rodríguez-Banderas <i>et al.</i> , 2009
<i>Pinus chihuahuana</i>	-	0.51	-	0.14	-	Rodríguez-Banderas <i>et al.</i> , 2009
<i>Pinus strobiformis</i>	-	0.86	-	-	0.27	Moreno- Letelier y Piñero, 2009
<i>Pinus ayacahuite</i>	-	0.56	-	-	0.10	Moreno- Letelier y Piñero, 2009
<i>Pinus montezumae</i>	-	0.41	-	-	-	Delgado <i>et al.</i> , 2007
<i>Pinus pseudostrobus</i>	-	0.42	-	-	-	Delgado <i>et al.</i> , 2007

El número de estudios de diversidad genética en especies mexicanas utilizando microsatélites es muy limitado (Cuadro 1.5). La diversidad genética (H_E) detectada por microsatélites, en cuatro especies del género *Pinus* en México, fue alta, y la mayoría de ésta se distribuyó dentro de poblaciones. Los microsatélites son uno de los marcadores moleculares con mayor polimorfismo, sin embargo, el desarrollo de éstos es costoso aun (White *et al.*, 2007).

Cuadro 1.5. Diversidad genética y coeficiente de diferenciación (G_{ST}) en especies mexicanas usando ADN nuclear.

Especie	H_E	G_{ST}	Referencia
<i>Pinus oocarpa</i>	0.71	0.13	Dvorak <i>et al.</i> , 2009
<i>Pinus tecunumanii</i>	0.65	0.08	Dvorak <i>et al.</i> , 2009
<i>Pinus patula</i>	0.59	0.08	Dvorak <i>et al.</i> , 2009
<i>Pinus radiata</i>	0.73	0.14	Karhu <i>et al.</i> , 2006

En cuatro especies mexicanas, la diversidad genética (P), estimada utilizando RAPD (ADN polimórfico amplificado al azar), fue baja, y la mayoría de ésta se distribuyó entre poblaciones (Cuadro 1.6). Los RAPDs tienen la desventaja de su poca repetitividad y presenta dominancia por lo que la estimación de algunos parámetros genéticos, como heterocigosidad, no es posible (White *et al.*, 2007).

Cuadro 1.6. Diversidad genética (P = porcentaje de loci polimórficos) en especies nativas usando RAPD.

Especie	P	G _{ST}	Referencia
<i>Pinus culminicola</i>	54	0.60	Favela-Lara, 2010
<i>Pinus chiapensis</i>	25	0.23	Newton <i>et al.</i> , 2002
<i>Cedrela odorata</i>	-	0.67	Navarro <i>et al.</i> , 2005
<i>Fagus grandifolia</i>	44	0.16	Rowden <i>et al.</i> , 2004

Los estudios para la cuantificación de la variación genética en características cuantitativas en especies mexicanas, al igual que los estudios de la diversidad genética utilizando marcadores moleculares, son muy pocos en relación al número de especies vegetales reportadas en el país. En México se han realizado sólo 12 estudios correspondientes a seis especies y tres géneros para estimar la variación genética en características cuantitativas en especies forestales, durante el periodo comprendido entre el 2001 al 2011 (Anexo 1). Además, en estos estudios se consideró otro tipo de características adaptativas como: supervivencia, longitud de entre nudos, composición de resina y contenido de cera de acículas. En las características estudiadas la mayoría de la variación genética se encontró entre regiones, lo que puede reflejar una adaptación a condiciones ambientales disímiles.

Cabe destacar que aunque en algunas especies forestales se ha estimado la diversidad genética, no es posible conocer si ésta ha cambiado, debido a que no se ha evaluado la diversidad genética por una segunda ocasión, ni se ha utilizado la misma metodología. Esto genera la necesidad de incrementar el número de estudios al respecto.

1.3. Especies prioritarias forestales en México.

La CONABIO reconoce 240 especies con potencial para la restauración ecológica y la reforestación, de las cuales 233 son nativas y 7 exóticas (CONABIO, 2011). Por otro lado, la CONAFOR considera 85 especies importantes, definidas por su importancia económica, ecológica y social, principalmente. Considerando ambas listas se obtuvo un total de 294 especies forestales que pueden considerarse como prioritarias para fines de conservación, reforestación y restauración (Anexo 2) (CONABIO, 2011; CONAFOR, 2011a).

Sin embargo, es importante enfocar esfuerzos en un número menor de especies para su conservación, considerando que sean de amplia distribución, representativas de los diferentes ecosistemas, y con un alto valor económico, social y ecológico en México (Cuadros 1.7 y 1.8). Esto con el fin de caracterizar la diversidad genética y desarrollar paquetes tecnológicos, que permitan el uso eficiente de estas especies e influir en su conservación. Cabe señalar que los esfuerzos que se han realizado al respecto se enfocan principalmente en las especies amenazadas, las cuales están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010); cuando se requieren también en las especies bajo

aprovechamiento, debido a que éstas pueden estar en un proceso de deterioro genético, lo que en el futuro pueden impactar en la obtención de los productos forestales.

Cuadro 1.7. Especies prioritarias características del bosque de coníferas.

Especie prioritaria	Razones de priorización (Importancia)	Vegetación
<i>Abies religiosa</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus ayacahuite</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus cembroides</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus chiapensis</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino, mesófilo de montaña
<i>Pinus devoniana</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus douglasiana</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus durangensis</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus engelmannii</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus greggii</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus maximinoi</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus montezumae</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus oaxacana</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus oocarpa</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus patula</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pinus teocote</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Ecológica, Económica y Social	Coníferas, encino

Cuadro 1.8. Especies prioritarias nativas en el bosque de encino, selvas, vegetación hidrófila y matorral xerófilo.

Especie prioritaria	Razones de priorización (Importancia)	Tipo de vegetación
<i>Avicennia germinans</i>	Ecológica, Económica y Social	Vegetación hidrófila
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ecológica, Económica y Social	Selvas: caducifolia, subcaducifolia, perennifolia, subperennifolia y espinosa
<i>Bursera simaruba</i>	Ecológica, Económica y Social	Selvas: caducifolia, subcaducifolia y perennifolia; matorral xerófilo; pastizal
<i>Cedrela odorata</i>	Ecológica, Económica y Social	Selvas: perennifolia, subperennifolia, subcaducifolia, caducifolia; bosque: mesófilo de montaña
<i>Ceiba pentandra</i>	Ecológica y Económica	Selva: caducifolia, subcaducifolia, perennifolia, subperennifolia; bosque: coníferas, encino
<i>Cordia dodecandra</i>	Ecológica, Económica y Social	Selva : caducifolia, subcaducifolia
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Ecológica, Económica y Social	Selva: caducifolia, subcaducifolia, perennifolia, subperennifolia
<i>Gliricidia sepium</i>	Ecológica, Económica y Social	Selva: caducifolia, subcaducifolia, perennifolia, subperennifolia
<i>Leucaena leucocephala</i>	Ecológica, Económica y Social	Selva: caducifolia, subcaducifolia, perennifolia, subperennifolia
<i>Manilkara zapota</i>	Ecológica, Económica y Social	Selva: caducifolia, subcaducifolia, subperennifolia, perennifolia; bosque: pino, encino
<i>Prosopis juliflora</i>	Ecológica, Económica y Social	Selva: espinosa, caducifolia, perennifolia; Manglar; Matorral xerófilo
<i>Quercus laurina</i>	Ecológica y Social	Bosque: encino, mesófilo de montaña, coníferas

Especie prioritaria	Razones de priorización (Importancia)	Tipo de vegetación
<i>Quercus macrophylla</i>	Ecológica, Económica y Social	Bosque: encino, coníferas, mesófilo de montaña; selva: subcaducifolia; pastizales
<i>Quercus rugosa</i>	Ecológica, Económica y Social	Bosque de encino, coníferas, mesófilo de montaña
<i>Quercus virginiana</i>	Ecológica, Económica y Social	Bosque: encino, coníferas; Matorral xerófilo; Pastizal
<i>Rhizophora mangle</i>	Ecológica, Económica y Social	Vegetación hidrófila
<i>Simarouba glauca</i>	Ecológica, Económica y Social	Selva: perennifolia, subcaducifolia, caducifolia
<i>Swietenia macrophylla</i>	Ecológica y Económica	Selva: perennifolia, subperennifolia, caducifolia, subcaducifolia; bosque: encino
<i>Tabebuia rosea</i>	Ecológica y Económica	Selva: caducifolia, subcaducifolia, perennifolia, subperennifolia; pastizal
<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	Ecológica y Social	Selva: caducifolia, subcaducifolia, perennifolia; Bosque: encino

1.4. Beneficios obtenidos de ecosistemas y especies forestales.

En los ecosistemas forestales habitan aproximadamente 13 millones de personas que viven en 23 mil ejidos y comunidades indígenas, localizadas en las áreas forestales de México (CONAFOR, 2009). Algunos de éstos han creado empresas comunitarias, y aprovechan sus recursos naturales de manera tradicional. Cabe señalar que la extracción de madera es una de las principales fuentes de empleo para los habitantes de las áreas forestales; y la leña es la principal fuente de energía para cocinar sus alimentos y calentar sus viviendas. Es importante mencionar que se tiene un registro de 420 especies forestales maderables y 188 especies forestales no maderables bajo aprovechamiento¹, la mayoría de esas especies son nativas, de las cuales, en el Cuadro 1.9 se incluyen algunos ejemplos.

Cuadro 1.9. Ejemplos de especies forestales bajo aprovechamiento.

Bosques	Selvas	Matorral xerófilo
<i>Pinus montezumae</i>	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Prosopis juliflora</i>
<i>Pinus pseudostrobus</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Prosopis laevigata</i>
<i>Pinus durangensis</i>	<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Euphorbia antisyphilitica</i>
<i>Pinus ayacahuite</i>	<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Agave lechuguilla</i>
<i>Pinus patula</i>	<i>Cordia alliodora</i>	
<i>Pinus douglasiana</i>	<i>Bursera simaruba</i>	
<i>Pinus leiophylla</i>	<i>Brosimum alicastrum</i>	
<i>Pinus maximinoi</i>		
<i>Abies religiosa</i>		
<i>Quercus laurina</i>		

¹ Información proporcionada por la Dirección General de Gestión Forestal y Suelos-SEMARNAT.

El género *Pinus* contribuye con un 77.8 % de la producción promedio de madera en el periodo de 2000 a 2010 (Cuadro 1.10). El género *Quercus* siguió en importancia con un 10.2 % de la producción maderera. La especies tropicales preciosas aportaron el 0.4 % de la producción, mientras que un 5.8 % correspondió a las especies tropicales comunes. Los principales productos derivados de los aprovechamientos madereros durante el periodo antes mencionado fueron la madera aserrada, celulosa, chapa y triplay, postes y pilotes, combustible y durmientes. El mayor volumen se destinó a la producción de madera aserrada con un porcentaje promedio de 68.2 % (Cuadro 1.11), y el 10.7 % de la producción maderera se destinó a celulosa, mientras que el 9.6 % fue para la producción de combustible. De lo anterior, es preciso resaltar que la producción de madera en México registró una disminución de un 35 % en el periodo entre 2000 y 2010.

Cuadro 1.10. Volumen de madera (miles de m³r) aprovechado anualmente en el periodo 2000 a 2010 (SEMARNAT, 2012a).

Año	Géneros		Otras coníferas	Género <i>Quercus</i>	Otras latifoliadas	Preciosas	Comunes tropicales	Total
	<i>Pinus</i>	<i>Abies</i>						
2000	7,507	412	37	919	188	45	323	9,430
2001	6,552	302	36	785	189	22	239	8,125
2002	5,305	219	34	659	170	23	255	6,665
2003	5,485	204	66	761	139	21	320	6,996
2004	5,110	206	48	623	331	34	366	6,719
2005	4,870	152	42	731	157	29	444	6,424
2006	4,923	112	74	777	100	38	457	6,481
2007	5,656	117	36	561	153	21	444	6,988
2008	4,811	128	40	501	70	18	601	6,168
2009	4,407	139	45	673	164	23	357	5,808
2010	4,564	164	48	715	152	28	446	6,117

Cuadro 1.11. Volumen de madera (miles de m³r) destinada a diferentes productos en el periodo 2000 a 2010 (SEMARNAT, 2012b).

Año	Aserrío	Celulosa	Chapa y Triplay	Postes y Pilotes	Combustible	Durmientes	Total
2001	5,556	1,028	518	216	704	102	8,125
2002	4,378	801	355	231	611	289	6,665
2003	4,552	845	449	180	717	253	6,996
2004	4,737	711	328	243	574	127	6,719
2005	4,637	428	309	259	670	122	6,424
2006	4,430	660	309	253	690	139	6,481
2007	4,549	882	534	213	690	121	6,988
2008	4,348	547	424	202	546	101	6,168
2009	3,936	628	247	203	682	112	5,808
2010	4,442	450	299	185	722	19	6,117

Por otra parte, la producción de bienes no maderables mostró una alta fluctuación (Cuadro 1.12); por ejemplo, ésta aumentó en un 115 % en el año 2007 con respecto a la producción en 2001, mientras que en 2008 y 2009 disminuyó. En 2010 la producción tuvo un aumento con respecto a 2009. Los principales productos no maderables obtenidos de las áreas forestales fueron la resina, rizomas, fibras, ceras, gomas y otros (semillas, pencas, hojas y tallos). Las semillas, pencas, hojas y tallos agrupados en otros, representaron el 87 % de la producción promedio, mientras que la resina fue el 12 % aproximado de la producción.

Cuadro 1.12. Cantidad (toneladas) de productos no maderables en el periodo 2000 a 2010. (SEMARNAT, 2012a)

Año	Resinas	Rizomas	Fibras	Ceras	Gomas	Otros	Total
2001	35,012	0	840	50	7	240,383	276,292
2002	35,781	281	1,135	392	11	105,908	143,509
2003	33,769	2	1,448	476	8	223,674	259,377
2004	24,107	10	2,332	780	122	405,746	433,097
2005	14,365	17	3,299	2,894	120	338,651	359,347
2006	14,303	1	1,324	364	122	150,248	166,363
2007	17,020	1	5,299	724	10	571,222	594,275
2008	17,272	0	2,457	236	45	59,949	79,959
2009	19,429	0	3,786	1,071	13	35,257	59,556
2010	18,805	1,559	4,079	2,083	115	41,554	68,195

Desde el punto de vista global, los ecosistemas forestales proporcionan un alto número de servicios ambientales, entre los que se cuentan la protección de la biodiversidad, belleza escénica, amortiguamiento del efecto de huracanes en las costas, estabilidad en los ciclos hidrológico y químicos, hábitat, entre otros (Hunter, 2002). A pesar de la importancia de sus servicios ambientales no se ha realizado una cuantificación de sus beneficios en México; sin embargo, se destaca que la CONABIO (2011a) recopiló información referente a la contribución de los servicios ambientales de 67 especies (nativas y exóticas) que crecen en diferentes ecosistemas (Anexo 3).

Además, a partir de 2007 la CONAFOR inició un programa de apoyo a través del pago por servicios ambientales, con base en los tipos de vegetación (Cuadro 1.13). Aun y cuando en términos de la superficie anual incorporada disminuyó en un 42% durante el periodo 2007-2011, la superficie total bajo este esquema superó los 2.5 millones de hectáreas. Los tipos de vegetación con mayores apoyos en orden descendente son: bosque de coníferas (29.8 %), selva caducifolia (18.0 %), matorral xerófilo (17.2 %), bosque de encinos (13.7 %), selva perennifolia (8.9 %) y bosque mesófilo de montaña (4.3 %).

Cuadro 1.13. Superficie por tipo de vegetación apoyada por el programa de pago por servicios ambientales.

Tipo de Vegetación	Superficie (ha) [†]					
	2007	2008	2009	2010	2011	Total
Bosque de Coníferas	181,430	117,883	163,224	101,177	105,839	669,553
Bosque de Encino	101,432	64,715	79,036	75,558	48,787	369,528
Bosque de Mesófilo de Montaña	63,176	26,416	36,093	18,668	15,295	159,648
Selva Perennifolia	125,151	89,475	83,494	104,409	31,475	434,004
Selva Caducifolia	86,704	89,590	79,087	101,812	64,033	421,226
Vegetación hidrófila	58	26,388	17,568	26,598	6,313	76,925
Cuerpos de Agua	100	27,219	269	491	101	28,180
Matorral Xerófilo	9,217	17,544	30,917	62,631	61,072	181,381
Pastizales	2,299	3,292	3,432	8,291	5,242	22,556
Vegetación Inducida	8,496	6,088	7,267	6,066	4,575	32,492
Agricultura	33,037	16,248	13,618	25,672	11,457	100,032
Zona Urbana	382	1,144	1,936	1,815	718	5,995
Otro tipo de vegetación	0	86	501	728	13	1328
Total	611,482	486,089	516,440	533,914	354,919	2,502,844

[†]Estadísticas proporcionadas por la Gerencia de Servicios Ambientales del Bosque

Adicionalmente, los bosques, selvas y matorrales de México proporcionan hábitat para una gran diversidad de animales silvestres y especies vegetales que tienen propiedades alimenticias y medicinales. A su vez, constituyen una fuente de biodiversidad útil para la obtención de nuevos mercados y como mitigante del cambio climático global, ya que funcionan como trampas de CO₂, uno de los gases considerado como responsable del efecto invernadero (CONAFOR, 2010).

1.5. Ecosistemas forestales y especies amenazadas.

Los ecosistemas ubicados en la zona alpina y subalpina (en las montañas de mayor altitud en México) se pueden considerar como frágiles (especies como *Pinus hartwegii* y *Pinus rudis*) ante el efecto del cambio climático global, ante el aprovechamiento ilegal y presión humana sobre las comunidades arbóreas.

El bosque mesófilo de montaña y selvas altas y medianas perennifolias son otros de los ecosistemas amenazados por perturbaciones asociadas con las actividades productivas, debido a que se estima una pérdida de superficie de alrededor del 50 % con respecto a la década de los sesenta (Challenger y Soberón, 2008). Con respecto a los humedales costeros, éstos han sido fuertemente perturbados por el desarrollo turístico y por las actividades asociadas con la producción petrolera, mientras que el matorral xerófilo y pastizales están amenazados por un pastoreo no planificado.

En México 987 especies de plantas están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2010); de las cuales, se cuentan 117 especies arbóreas y arbustivas de interés forestal (Anexo 4). Algunos ejemplos de especies en dicha norma que tienen poblaciones aisladas constituidas por un número reducido de individuos son: *Taxus globosa*, *Fagus grandifolia* subes. *mexicana*, *Picea engelmannii*, *Picea martinezii*, *Picea chihuahuana*, *Pinus pinceana*, *Pinus culminicola*, *Pinus nelsoni*, *Pinus maximartinezii* y *Pseudotsuga menziesii*, *Acer negundo* y *Cedrela odorata*. Adicionalmente, existen algunas

poblaciones pequeñas de especies, como *Pinus greggii* y *Pinus hartwegii*, que pueden estar en peligro como consecuencia de los efectos de endogamia.

El cambio de uso de suelo es el principal agente de perturbación de los RGF. La superficie de bosques y selvas se redujo a un ritmo de 155 mil hectáreas anuales entre el 2005 y 2010 (FAO, 2010), donde el bosque templado representó aproximadamente el 6% de dicha pérdida, y el resto se presentó en las selvas. De igual forma, las superficies de matorral xerófilo y otros tipos de vegetación (pastizales, tulares, vegetación halófila, entre otros) fueron substituidos por otros usos del suelo en 84 mil y 92 mil ha/año respectivamente, durante el mismo periodo. A pesar de la deforestación observada en el periodo señalado, es conveniente señalar que la tasa de deforestación se ha reducido significativamente en comparación con los periodos anteriores.

El fuego es otra de las amenazas a los RGF. En el periodo de 2001 a 2011 se registraron 90,996 incendios que afectaron 3,009,694 ha. La superficie promedio anual afectada por incendios fue de 273,609 ha en el periodo mencionado. Los ecosistemas donde predomina el matorral xerófilo y pastizales fueron los más afectados, con una superficie promedio anual de 128,651 y 109,282 ha, respectivamente. La superficie arbolada promedio afectada por los incendios fue de 26,278 y 11,485 ha, para arbolado adulto y joven, respectivamente (Cuadro 1.14). Cabe señalar que, la mayor parte de estos incendios fueron de tipo superficial.

Cuadro 1.14. Número de incendios forestales en el periodo 2001 a 2011.

Año	Número de Incendios	Superficie afectada (ha)†					Superficie/ Incendios
		Arbolado		Matorral xerófilo	Pastizal	Total	
		Adulto	Joven				
2001	6,340	18,809	-	53,440	64,630	136,879	21.59
2002	8,256	31,988		88,507	87,802	208,297	25.23
2003	8,211	66,676	21,586	130,287	103,900	322,448	39.27
2004	6,300	5,357	5,157	32,861	37,947	81,322	12.91
2005	9,709	17,324	15,376	117,848	125,540	276,089	28.44
2006	8,745	33,077	9,045	116,578	85,182	243,882	27.89
2007	5,893	7,214	7,935	69,332	57,180	141,660	24.04
2008	9,735	16,206	10,381	104,205	100,854	231,645	23.80
2009	9,569	34,883	7,892	130,274	123,295	296,344	30.97
2010	6,125	6,372	5,882	50,957	51,513	114,723	18.73
2011	12,113	51,155	20,112	520,874	364,264	956,405	78.95

† Datos proporcionados por la Gerencia de Incendios de la CONAFOR.

Otra de las causas que amenazan a los recursos genéticos forestales es la presencia de plagas y enfermedades. La superficie promedio anual afectada por plagas y enfermedades fue de 52,112 ha, para el periodo de 2001 a 2008 (Cuadro 1.15). Los descortezadores, defoliadores y el muérdago fueron los que contribuyeron en mayor medida al ataque de la vegetación forestal (SEMARNAT, 2011).

Cuadro 1.15. Superficie promedio anual afectada por plagas y enfermedades (SEMARNAT, 2011).

Año	B	D	DE	M	Otras	V	De raíz	Conos	Total
2001	1,801	452	10,011	1,896	1,059	ND	ND	ND	15,219
2002	750	733	5,060	312	119	ND	ND	ND	6,974
2003	4,455	2,223	27,172	10,246	3,686	1,996	0	1,028	50,806
2004	9,957	12,573	15,225	24,673	2,697	1,784	0	913	67,822
2005	5,123	20,665	22,184	17,042	4,814	0	1,533	1,683	73,044
2006	3,761	10,175	31,710	21,968	4,550	3,063	192	1,295	76,714
2007	4,035	11,831	15,588	23,269	0	3,523	275	656	59,177
2008	4,397	15,806	15,215	27,183	ND	2,223	1,902	413	67,139

B=Barrenadores; D=Defoliadores; DE=Descortezadores, M=Muérdago; V=Vasculares;

Cabe señalar que en México no se ha establecido un sistema de información sobre las especies forestales amenazadas y las tendencias de estas amenazas. Sin embargo, se ha fomentado a través de financiamiento de proyectos de investigación la documentación de las principales amenazas a las especies consideradas en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde además de incluir el listado como tal se especifican los lineamientos para adicionar o remover de la lista el nombre de alguna especie. A partir del 2012 la CONAFOR ha desarrollado una metodología para conocer los efectos del cambio climático en la distribución potencial de las especies forestales, con el fin de conocer las tendencias de amenazas de este efecto sobre los RGF, y con ello proponer alguna estrategia de mitigación (García-Cruz y Sierra-Villagrana, 2012).

1.6. Análisis de riesgo de pérdida de los recursos genéticos debido a catástrofes.

En México no se realizan análisis de riesgo como una política de estado, para determinar la pérdida de los RGF por el efecto de catástrofes naturales. Sin embargo, cuando se presentan estos fenómenos, la rehabilitación de los recursos forestales se realiza con aportaciones de diversos programas federales (ProÁrbol, Fondo de Desastres Naturales, Programa de Empleo Temporal), en coordinación con los Gobiernos Estatales.

Para implementar mecanismos de respuesta ante estos eventos que ocasionan pérdida de RGF, se requiere de algunas de las siguientes acciones:

- Destinar recursos específicos para la atención de los RGF afectados;
- Contar con personal capacitado en el manejo de estos recursos;
- Identificar las zonas de mayor riesgo de catástrofe; y
- Recolectar y conservar germoplasma de especies forestales vulnerables o de difícil recolección, y en categoría de riesgo, para asegurar su reproducción y establecimiento.

1.7. Prioridades para evitar la pérdida de los recursos genéticos forestales.

A continuación se enumeran acciones prioritarias para evitar la pérdida de los RGF:

- Determinar taxonómicamente las especies prioritarias como base para llevar a cabo acciones para su conservación;
- Integrar una relación de publicaciones que permita identificar los usos y servicios;
- Registrar y evaluar la biodiversidad en los ecosistemas forestales;
- Determinar la distribución de las especies forestales (continua o discontinua), para focalizar los recursos que se asignen para su conservación;
- Cuantificar la diversidad genética de las especies utilizando tanto métodos moleculares, morfológicos como estudios de adaptabilidad (estudios de ambiente común);
- Determinar el número de poblaciones de cada especie prioritaria así como el nivel de aislamiento de sus poblaciones; y
- En la definición de políticas para la conservación de los recursos genéticos deben privilegiarse los criterios técnicos.

Capítulo 2 Estado de la conservación genética *in situ*.

2.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) en México.

Las ANP tienen entre otros el propósito de conservar los hábitats con un mínimo, o nula intervención del hombre, a fin de promover la evolución de las especies dentro de los ecosistemas.

En México la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) es la instancia responsable de la administración de las ANP de propiedad federal. Actualmente, se han decretado 174 ANP, que en conjunto suman una superficie de 25,386,748 ha, de las cuales 20,775,926 son de superficie terrestre y 4,610,822 ha de superficie marítima (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Categoría y superficie de las ANP federales (CONANP, 2011).

Categoría	Superficie (ha)		
	Terrestre	Marina	Total
Reserva de la Biósfera	9,077,760	3,577,030	12,654,790
Parques Nacionales	744,286	738,132	1,482,419
Monumento Nacional	16,268	0	16,268
Áreas de Protección de Recursos Naturales	4,440,077	0	4,440,077
Área de Protección de Flora y Fauna	6,351,970	294,972	6,646,941
Santuarios	145,565	688	146,252
Total	20,775,926	4,610,822	25,386,748

En los últimos 10 años se decretaron 47 ANP, mismas que representan un incremento de 10,191,790 ha respecto a las existentes en el 2001. Este incremento se registró principalmente en Reservas de la Biosfera y Áreas de Protección de Flora y Fauna (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Número de ANP y superficie en los años 2001 y 2011 (CONANP, 2011).

Categoría	Superficie (ha)			
	No	2001	No	2011
Reserva de la Biosfera	28	9,363,131	42	12,654,790
Parques Nacionales	57	618,020	67	1,482,419
Monumento Natural	5	14,093	6	16,268
Áreas de Protección de Recursos Naturales	2	255,117	7	4,440,077
Área de Protección de Flora y Fauna	19	4,943,994	34	6,646,941
Santuarios	16	604	18	146,252
Total	127	15,194,958	174	25,386,748

Como resultado de la revisión de los planes de manejo de 70 ANP y de la información existentes en las páginas web de 41 ANP adicionales se registraron 2,406 especies arbóreas y arbustivas de interés forestal, las cuales representan el 56.5 % de las 4,257 especies

forestales que se estima existen en México (CONABIO, 2011²). Por otra parte, también se identificaron 241 especies de la lista de 294 especies forestales prioritarias reconocida por la CONABIO y CONAFOR (Anexo 2).

También en esta revisión se registró que *Bursera simaruba*, *Rhizophora mangle*, *Cedrela odorata* y *Avicennia germinans* fueron las especies presentes en un mayor número de ANP (Figura 2.1). En cuanto a las coníferas, *Pinus montezumae* y *Pinus pseudostrobus* también registraron la mayor frecuencia (Figura 2.1).

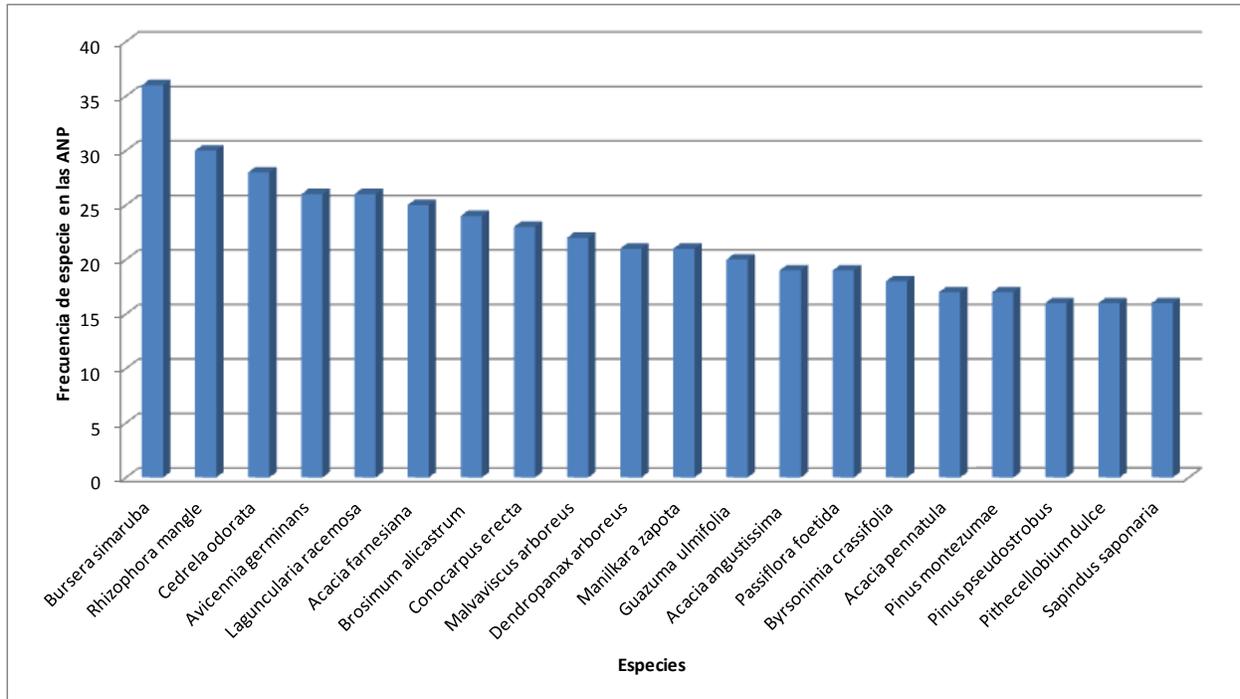


Figura 2.1. Especies forestales con mayor frecuencia en las ANP federales.

En la mayoría de las ANP se puede encontrar uno o más de un tipo de vegetación. La vegetación característica de humedales se encontró en 95 ANP; el bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo se localizó en 79 y 75 ANP, respectivamente. El bosque de coníferas, el cual contribuye con la mayor producción de productos madereros crece en 46 ANP, mientras que el bosque de encinos se encontró en 47 ANP. El bosque mesófilo de montaña, a pesar de ocupar el 1 % de la superficie forestal, se protege en 19 ANP. El bosque tropical perennifolio, considerado como el ecosistema con mayor riqueza biológica, está representado en 37 ANP (Cuadro 2.3).

² Oficio CN/0193/2011

Cuadro 2.3. Tipo de vegetación en las Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2011).

Tipo de Vegetación	Número de Áreas Naturales Protegidas						Total
	RB†	PN	MN	APRN	APFF‡	S	
Bosque de Coníferas	14	29	0	8	13	0	64
Bosque de Encino	11	17	1	6	12	0	47
Bosque Mesófilo de Montaña	9	4	0	3	3	0	19
Bosque Tropical Perennifolio	12	7	2	1	11	1	34
Bosque Tropical Caducifolio	29	14	1	4	19	12	79
Matorral Xerófilo	26	13	3	7	19	7	75
Pastizales	11	9	0	5	11	1	37
Humedales	35	22	2	1	24	11	95
Bosque Inducido	11	15	0	7	19	0	52

† ARN = Área de Protección de Recursos Naturales; RB=Reserva de la Biósfera, PN= Parque Nacional, APFF = Área de Protección de Flora y Fauna; M = Monumentos Naturales; S = Santuarios.

Las ANP federales se ubican en todo el territorio nacional. El estado de Quintana Roo es el que registra el mayor número de éstas, seguido por los estados de Baja California y Baja California Sur (Anexo 5). Adicional a las ANP federales, en México existen 209 ANP estatales (Anexo 6); 75 ANP municipales (Anexo 7); y 12 ANP particulares (Anexo 8).

2.2. Áreas forestales con programa de manejo.

Con base en los lineamientos de un plan de manejo forestal se autoriza el aprovechamiento de productos forestales maderables y no maderables, para evitar el deterioro y garantizar la sustentabilidad de los ecosistemas bajo manejo. El aprovechamiento de los productos autorizados bajo el plan de manejo forestal permite a los dueños y poseedores obtener ingresos para satisfacer sus necesidades primordiales, por lo que se convierten en protectores y conservadores de sus propios recursos; además, buscan mejorar las condiciones actuales de sus masas forestales.

En el año 2009, el 24.2 % de la superficie arbolada y arbustiva estuvo bajo un plan de manejo forestal (SEMARNAT, 2009). El número de autorizaciones para el aprovechamiento de productos maderables en el periodo de 2001 a 2008 fue de 21,200, y 2,227, durante el período 2001 a 2007 para productos no maderables (SEMARNAT, 2009). La totalidad de autorizaciones expedidas se realizan con base en un plan de manejo forestal diseñado para garantizar la sustentabilidad; con base en ello, durante el periodo de 2001 a 2009 se ha logrado certificar 599,481 hectáreas bajo manejo forestal, primordialmente en los bosques de clima templado (CONAFOR, 2011b).

2.3. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).

La SEMARNAT, por conducto de la Dirección General de Vida Silvestre, promueve la conservación de la vegetación a través del establecimiento de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA); estas unidades son predios que los propietarios o poseedores operan de conformidad con un plan de manejo autorizado, dentro de los cuales se da seguimiento permanente a poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen; el objetivo general es la conservación del hábitat natural, poblaciones y ejemplares de

especies silvestres. Los objetivos específicos de las UMA pueden ser uno o varios de los siguientes: restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable.

Las UMA generan empleos y divisas mediante el binomio “conservación-aprovechamiento”; cada unidad genera en promedio 25 empleos (directos e indirectos), que coadyuvan a la continuidad de los procesos evolutivos de las especies silvestres y a la generación de servicios ambientales, además contribuyen a abatir el tráfico y captura ilegal de ejemplares silvestres.

Dentro de los servicios ambientales que generan las UMA están los beneficios de interés social que se derivan de la vida silvestre y su hábitat, tales como la regulación climática, la conservación de los ciclos hidrológicos, la fijación de nitrógeno, la formación de suelo, la captura de carbono, el control de la erosión, la polinización de plantas, el control biológico de plagas o la degradación de desechos orgánicos.

Hasta diciembre de 2011 se tienen registradas 10,855 UMA en una superficie de 36.14 millones de hectáreas, equivalente al 18.39% del territorio nacional (Figura 2.2). La localización de éstas en el territorio nacional se incluye en la Figura 2.3.

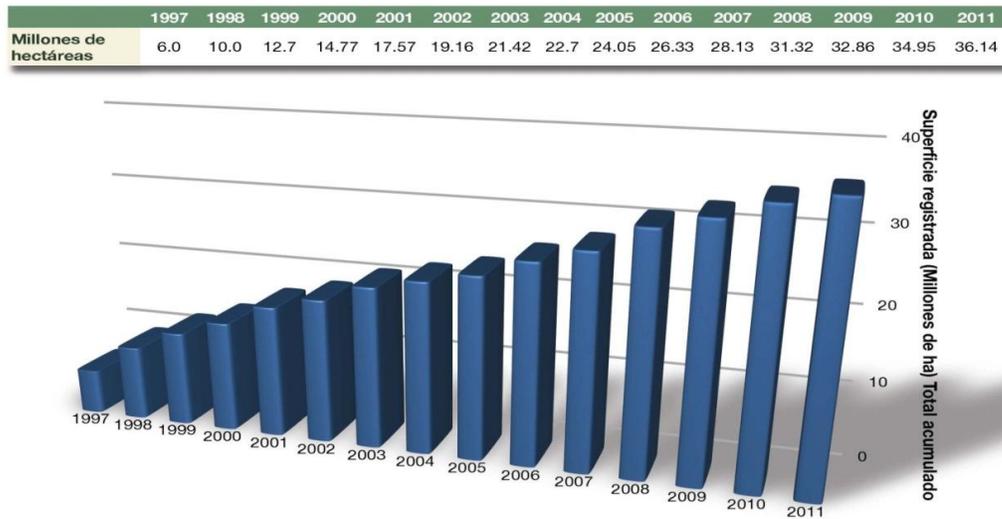


Figura 2.2. Superficie de UMA registrada a nivel nacional (SEMARNAT, 2012c).

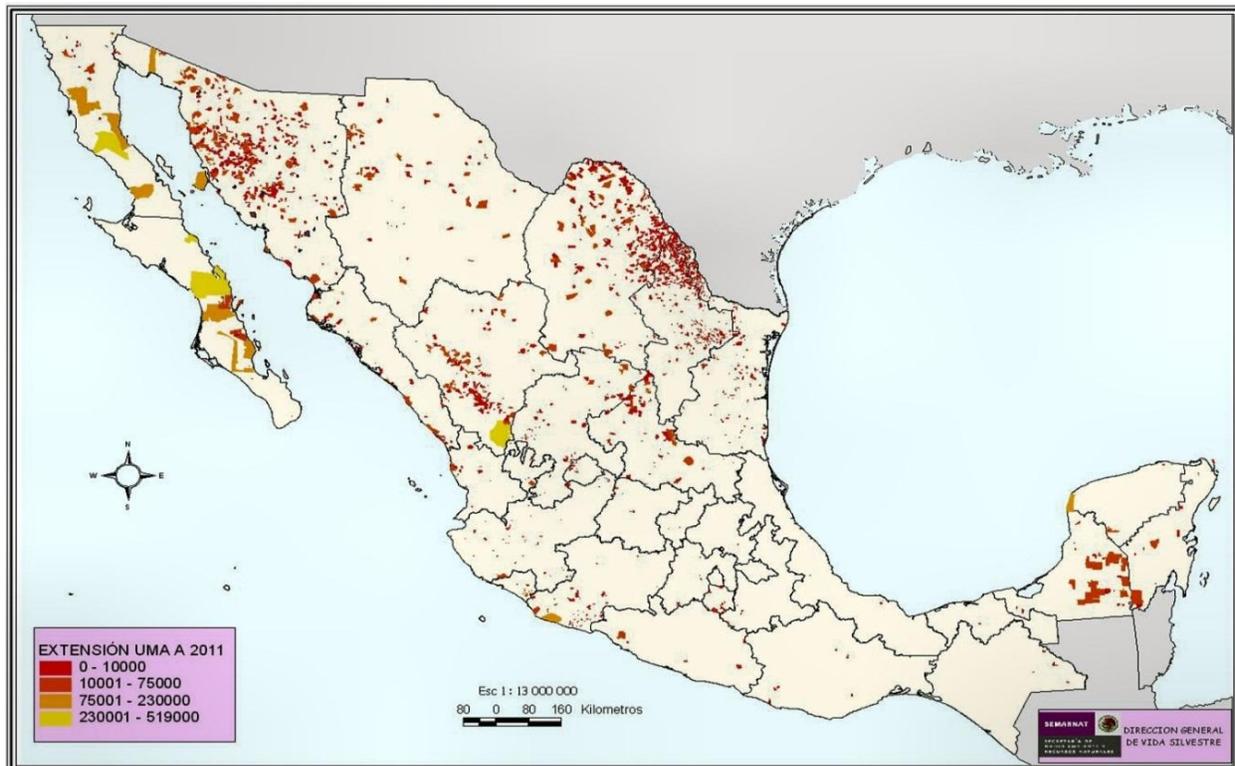


Figura 2.3. Localización de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SEMARNAT, 2012c).

2.4. Programas de conservación y fomento.

Pago por Servicios Ambientales.

El gobierno federal y algunos gobiernos estatales promueven la conservación de la vegetación a través de programas de apoyo por el pago por servicios ambientales. En estos programas los dueños y poseedores reciben una compensación económica a cambio de evitar el aprovechamiento maderero y conservar sus recursos, incluso a partir del 2010, también se otorgan este tipo de apoyos a predios bajo aprovechamiento con certificado de buen manejo forestal. Dentro de este programa la CONAFOR ha apoyado 2,502,845 ha en el periodo de 2007 a 2011. Este tipo de programas representan una buena estrategia de conservación, donde los dueños y poseedores de los recursos forestales se involucran en tareas de conservación.

Unidades Productoras de Germoplasma Forestal.

La CONAFOR ha promovido el establecimiento de unidades productoras de germoplasma (áreas semilleras, rodales semilleros y rodales con especies en categoría de riesgo) en cada una de las entidades federativas del país. Actualmente se cuenta con un registro de 210 unidades productoras de germoplasma en una superficie de 6,275 ha. (Cuadro 2.4 y Anexo 9). En 28 rodales semilleros se tienen especies en categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe destacar que individuos fenotípicamente

superiores se conservan en estas unidades para obtener germoplasma de calidad, el cual es útil en los programas de plantaciones.

Cuadro 2.4. Unidades productoras de germoplasma forestal registradas por CONAFOR.

Entidad	Superficie (ha)	Categoría		
		Área semillera	Rodal semillero	Rodal con especies en categoría de riesgo
Baja California Sur	15	0	4	1
Campeche	862.379	0	4	3
Chiapas	438.5	0	19	6
Chihuahua	62	3	1	1
Colima	80.7	0	5	0
Distrito Federal	339	0	10	0
Durango	118	2	1	0
Guanajuato	636.5	0	12	2
Guerrero	339.73	2	14	0
Hidalgo	17	0	4	0
Michoacán	134	3	10	0
Morelos	45.4	0	6	0
Nayarit	63.3	0	9	0
Nuevo León	35.05	0	4	0
Oaxaca	9	0	8	2
Puebla	54.9	1	3	2
Querétaro	24.43	0	3	0
Quintana Roo	299	0	6	0
San Luis Potosí	960	0	6	3
Sonora	220	0	9	0
Tabasco	59	0	7	0
Tamaulipas	117	0	5	2
Tlaxcala	128.09	0	8	1
Veracruz	242.94	0	5	4
Yucatán	593	0	8	1
Zacatecas	381.152	0	5	4
Total	6,275.07	11	171	28

2.5. Estrategias para mantener las colecciones *in situ*.

Para aumentar la eficiencia en la protección de los ecosistemas en las ANP federales, la CONANP agrupó estas áreas en nueve regiones: 1) Península de Yucatán y Caribe Mexicano, 2) Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur, 3) Norte y Sierra Madre Oriental, 4) Noreste y Sierra Madre Oriental, 5) Occidente y Pacífico Centro, 6) Centro y Eje Neovolcánico, 7) Golfo de México y Planicie Costera, 8) Península de California y Pacífico Norte y 9) Noreste y Alto Golfo de California (CONANP, 2011).

Para dar seguimiento y evaluar el estado de las poblaciones de algunas especies de flora y fauna silvestres en las ANP, se inició el monitoreo biológico de algunas especies emblemáticas (CONANP, 2007). A principios de 2001 sólo se contaba con el monitoreo de dos especies en igual número de APN, pero en 2006 aumentó a 30 especies en igual número de áreas. Los esfuerzos se han enfocado a conocer la biodiversidad dentro de las ANP,

aunque no se han considerado en ellas las medidas para contar con un inventario y estudios genéticos forestales.

Para promover el desarrollo sustentable y disminuir el deterioro ambiental, el gobierno federal estableció el Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES), como una estrategia importante para la conservación en las ANP. Adicionalmente, se apoya con el Programa de Empleo Temporal (PET) mediante el cual se ofrece empleo a la población de las ANP.

Con el propósito de incrementar los ingresos de los dueños y poseedores de terrenos en las ANP, y con esto elevar el interés de las comunidades en la protección de la vegetación, y disminuir la destrucción de los ecosistemas protegidos por: la tala ilegal, el pastoreo e incendios forestales se ha instrumentado el pago por servicios ambientales a los poseedores de terrenos forestales en los límites de las ANP. Además, en algunas ANP se han establecido Unidades de Producción de Germoplasma Forestal (árboles plus, rodales semilleros, áreas semilleras); por ejemplo, se tiene registro de 7 áreas semilleras y de 196 rodales semilleros, de los cuales, en 35 de éstos se tienen especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para la realización de estudios como base para la toma de decisiones, se ha buscado la colaboración con instituciones educativas y de investigación. Además se está fomentando una cultura para la conservación, educación y participación social.

Las limitaciones y prioridades identificadas por la CONANP para mejorar la conservación *in situ* de las ANP identificadas en el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2011) son:

Limitaciones:

- El presupuesto y personal asignado aun es insuficiente para cubrir las necesidades de protección y fomento que se demanda en las ANP.
- El crecimiento de las comunidades ubicadas al interior y cercanas a las ANP y las escasas alternativas de empleo, generan presiones negativas sobre los recursos naturales de las mismas, al realizar prácticas nocivas como: aprovechamientos ilegales de productos maderables y no maderables; cambio de uso del suelo; sobrepastoreo y quema de pastizales y extracción de tierra de monte.

Prioridades:

- Consolidar las ANP actuales, y crear otras para incrementar la representación de los tipos de ecosistemas protegidos en las ANP;
- Incrementar la vinculación institucional para el manejo y conservación de los recursos genéticos forestales.
- En la restauración de las áreas perturbadas, privilegiar la regeneración natural sobre la regeneración artificial (plantación), para asegurar la recuperación con especies nativas (de los sitios perturbados o aledaños a éstos), mediante la exclusión del ganado, escarificación superficial del piso, establecimiento de especies herbáceas que sirvan de nodriza a los renuevos de las especies arbóreas, en los sitios con vegetación escasa, extracción y reubicación de renuevos (trasplante con “cepellón”).

- Incrementar el establecimiento de plantaciones comerciales con especies nativas en las áreas periféricas y cercanas a las ANP, mediante la reconversión de terrenos de uso agropecuario, incluyendo superficies mayores de 0.5 ha, con esquemas de apoyos para el mantenimiento y pago de servicios ambientales por lo menos durante los primeros 10 años;
- Brindar asistencia técnica a las comunidades asentadas en las áreas cercanas a las ANP, para reconvertir sus plantaciones establecidas con fines de restauración a plantaciones productivas, a fin de que puedan aprovecharlas legalmente, para satisfacer sus necesidades de leña, madera para construcciones y viviendas y comercialización de productos forestales.
- Incrementar los proyectos de ecoturismo en las ANP con la participación de las comunidades, como una herramienta de desarrollo sustentable, sensibilización y cultura para la conservación;
- Mantener e incrementar los programas de capacitación continua del personal asignado a las ANP.
- Incrementar la gestión de recursos alternativos de financiamiento a nivel nacional e internacional, para el desarrollo de proyectos productivos para las comunidades, de conservación e investigación de los RGF de las ANP.
- En los proyectos de investigación fortalecer las siguientes líneas: tamaño de las poblaciones genéticamente viables; biodiversidad de los ecosistemas; patrones de variación genética inter e intra poblacional de las especies representativas; fenología de reproducción de las especies forestales; prácticas de regeneración natural; producción y manejo de germoplasma; tendencias de cambios de especies y ecosistemas por efecto de cambio climático; diversidad genética de las especies protegidas; efecto de las especies exóticas presentes en las áreas y niveles de aislamiento de las poblaciones de las especies.

Capítulo 3 El estado de la conservación genética *ex situ*.

3.1. Especies forestales comprendidas en los programas de conservación *ex situ*.

La información recopilada de 21 instancias de gobierno, investigación y educación; de empresas plantadoras y organizaciones no gubernamentales, refleja que actualmente en nuestro país se está trabajando con 74 taxa (Cuadro 3.1), de las cuales 56 son nativas y 18 exóticas. De estas 74 taxa, 44 son coníferas (37 nativas y 7 exóticas), y 30 son latifoliadas (19 nativas y 11 exóticas).

Cuadro 3.1. Especies y variedades forestales utilizadas en la conservación *ex situ*.

Nombre científico	Origen ³	Nombre científico	Origen	Nombre científico	Origen
<i>Abies religiosa</i>	N	<i>Jatropha platyphylla</i>	N	<i>Pinus leiophylla</i>	N
<i>Abies vejarii</i> var. <i>macrocarpa</i>	N	<i>Khaya nyasica</i>	E	<i>Pinus maximartinezii</i>	N
<i>Amphipterigium adstringens</i>	N	<i>Khaya senegalensis</i>	E	<i>Pinus maximinoi</i>	N
<i>Astronium graveolens</i>	N	<i>Liquidambar styraciflua</i>	N	<i>Pinus montezumae</i>	N
<i>Bursera bipinnata</i>	N	<i>Moringa oleifera</i>	E	<i>Pinus nelsonii</i>	N
<i>Bursera glabrifolia</i>	N	<i>Pinus arizonica</i>	N	<i>Pinus oaxacana</i>	N
<i>Bursera linanoe</i>	N	<i>Pinus arizonica</i> var. <i>stormiae</i>	N	<i>Pinus oocarpa</i>	N
<i>Callophyllum brasiliensis</i>	N	<i>Pinus ayacahuite</i>	N	<i>Pinus patula</i> var. <i>patula</i>	N
<i>Cedrela odorata</i>	N	<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	N	<i>Pinus patula</i> var. <i>longipedunculata</i>	N
<i>Cordia alliodora</i>	N	<i>Pinus caribaea</i>	E	<i>Pinus pinceana</i>	N
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	E	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	N	<i>Pinus pinea</i>	E
<i>Cupressus guadalupensis</i>	N	<i>Pinus cembroides</i>	N	<i>Pinus pringlei</i>	N
<i>Cupressus lusitanica</i>	N	<i>Pinus cembroides</i> var. <i>orizabensis</i>	N	<i>Pinus pseudostrobus</i>	N
<i>Dalbergia congestiflora</i>	N	<i>Pinus cooperi</i>	N	<i>Pinus radiata</i> var. <i>binata</i>	N
<i>Dendropanax arboreus</i>	N	<i>Pinus devoniana</i>	N	<i>Pinus teocote</i>	N
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	N	<i>Pinus devoniana</i> var. <i>cornuta</i>	N	<i>Platymiscum lasiocarpum</i>	N
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	E	<i>Pinus douglasiana</i>	N	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	N
<i>Eucalyptus grandis</i>	E	<i>Pinus durangensis</i>	N	<i>Sequoia gigantea</i>	E
<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>urophylla</i>	E	<i>Pinus eldarica</i>	E	<i>Sequoia sempervirens</i>	E
<i>Eucalyptus urophylla</i>	E	<i>Pinus engelmannii</i>	N	<i>Swietenia humilis</i>	N
<i>Evenopsis caesalinioides</i>	N	<i>Pinus greggii</i> var. <i>australis</i>	N	<i>Swietenia macrophylla</i>	N
<i>Gliricidia sepium</i>	N	<i>Pinus greggii</i> var. <i>greggii</i>	N	<i>Taxus globosa</i>	N
<i>Gmelina arborea</i>	E	<i>Pinus halepensis</i>	E	<i>Tectona grandis</i>	E
<i>Guaiacum coulteri</i>	N	<i>Pinus hartwegii</i>	N	<i>Toona ciliata</i>	E
<i>Hevea brasiliensis</i>	E	<i>Pinus johannis</i>	N		

3.2. Plantaciones de conservación *ex situ* establecidos en el país.

Las 21 instancias que desarrollan proyectos de conservación y mejoramiento genético *ex situ* cuentan en conjunto con 180 ensayos; 21 huertos semilleros sexuales (HSS); 5 huertos semilleros asexuales (HSA); 5 bancos clonales (BC) y 4 áreas semilleras, como se describe en los Cuadros 3.2 y 3.3.

³ N: Nativa; E: Exótica

Cuadro 3.2. Plantaciones y bancos de conservación *ex situ*.

Especie		Colecciones, ensayos de procedencias, progenies, arboreta o rodales de conservación		Bancos clonales (BC), Áreas semilleras en plantaciones (ASP), huertos semilleros sexuales (HSS) y asexuales (HSA)		Banco de semillas	Instancia responsable
Nombre científico	Origen ⁴	Rodales o ensayos	No. de muestras específicas extraídas. (accesiones o árboles selectos, superiores o plus)	No. de bancos, huertos, áreas semilleras	No. de clones/familia	Nº de accesiones almacenadas	
<i>Abies religiosa</i>	N					4 de 1 procedencia	2
<i>Abies vejarii</i> var. <i>macrocarpa</i>	N	1	3 procedencias				4
<i>Amphipterigium adstringens</i>	N	1	3 procedencias			170 de 3 procedencias	12
<i>Astronium graveolens</i>	N	2	187 individuos				7
<i>Bursera bipinnata</i>	N					2*	13
<i>Bursera glabrifolia</i>	N					1*	13
<i>Bursera linaloe</i>	N	2	2 procedencias			54 de 2 procedencias	12
<i>Callophyllum brasiliensis</i>	N	2	297 individuos				7
<i>Cedrela odorata</i>	N	2	25 procedencias	1 HSA	118 clones		8
<i>Cedrela odorata</i>	N			1 BC	40 clones con 15 replicas c/u		9
<i>Cedrela odorata</i>	N	1	141 progenies de 6 procedencias				10
<i>Cedrela odorata</i>	N	1	73 progenies de 5 procedencias de otros países				10
<i>Cedrela odorata</i>	N	1	36 progenies de 3 procedencias				10
<i>Cedrela odorata</i>	N					2*	13
<i>Cedrela odorata</i>	N	2	20 progenies de 3 procedencias			21 de 1 procedencia	15
<i>Cedrela odorata</i>	N	1	3 procedencias				15
<i>Cedrela odorata</i>	N	1	22 progenies				15
<i>Cordia alliodora</i>	N	1	30 procedencias				8
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	N	1	30 progenies				15
<i>Cupressus guadalupensis</i>	N					100 de la Isla Guadalupe	2
<i>Cupressus guadalupensis</i>	N	1	20 clones				15
<i>Cupressus guadalupensis</i>	N	1	974 individuos de 40 familias				18
<i>Cupressus lusitanica</i>	N					79 de 1 procedencia	6
<i>Cupressus lusitanica</i>	N			1 HSA	65 individuos de 28 familias		18
<i>Dalbergia congestiflora</i>	N	2	133 individuos				7
<i>Dendropanax arboreus</i>	N	1	30 procedencias				8
<i>Ebenopsis caesalpinioides</i>	N	1	4 procedencias			54 de 1 procedencia	1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	N	2	10 procedencias			10 procedencias	21

⁴ N: Nativo; E: Exótica

Especie		Colecciones, ensayos de procedencias, progenies, arboreta o rodales de conservación		Bancos clonales (BC), Áreas semilleras en plantaciones (ASP), huertos semilleros sexuales (HSS) y asexuales (HSA)		Banco de semillas	Instancia responsable
Nombre científico	Origen ⁴	Rodales o ensayos	No. de muestras específicas extraídas. (accesiones o árboles selectos, superiores o plus)	No. de bancos, huertos, áreas semilleras	No. de clones/familia	Nº de accesiones almacenadas	
						(masal) y de 23 familias	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	E			1 BC	10 clones	153 de plantaciones	2
<i>Eucalyptus grandis</i>	E	1	2 parcelas				7
<i>Eucalyptus grandis</i>	E	1	36 familias (Fuente inicial de Brasil / 3 fuentes de México); 13 familias (fuente de Argentina)				17
<i>Eucalyptus grandis</i>	E	2		2 ASP	600 y 1000 individuos		17
<i>Eucalyptus grandis</i>	E	3	129 Árboles selectos				17
<i>Eucalyptus grandis</i>	E	3	60 árboles plus				17
<i>Eucalyptus urograndis</i>	E	1	1 parcela sexual y 1 asexual				7
<i>Eucalyptus urophylla</i>	E	1	4 clones				7
<i>Eucalyptus urophylla</i>	E	1	420 individuos de 7 clones				7
<i>Eucalyptus urophylla</i>	E	1	235 individuos de 7 clones				7
<i>Eucalyptus urophylla</i>	E	1	36 familias de (fuente inicial, Brasil)/3 fuentes de México				17
<i>Eucalyptus urophylla</i>	E			2ASP	700 y 1000 individuos		17
<i>Eucalyptus urophylla</i>	E	3	255 árboles selectos				17
<i>Eucalyptus urophylla</i>	E	3	60 árboles plus				17
<i>Gmelina arborea</i>	E					1*	13
<i>Gliricidia sepium</i>	N	1	10 procedencias			125 de 10 procedencias	2
<i>Gmelina arborea</i>	E			1HSS	105 individuos		8
<i>Gmelina arborea</i>	E	1	12 procedencias				10
<i>Gmelina arborea</i>	E	1	3 procedencias			Masal	19
<i>Guaiacum coulteri</i>	N	2	346 individuos				7
<i>Hevea brasiliensis</i>	E			1BC	200 clones		8
<i>Jatropha platyphylla</i>	N	1	5 procedencias	1BC	20 clones	30 de 5 procedencias	1
<i>Khaya nyasica</i>	E	1	18 progenies				15
<i>Khaya senegalensis</i>	E	1	2 procedencias				16
<i>Liquidambar styraciflua</i>	N	1	78 progenies de 10 procedencias				15
<i>Moringa oleifera</i>	E					1*	13
<i>Pinus arizonica</i>	N					1*	13
<i>Pinus arizonica</i> var. <i>stormiae</i>	N	1	1 procedencia				4
<i>Pinus ayacahuite</i>	N	1	20 clones			44 de 3 procedencias	15
<i>Pinus ayacahuite</i>	N	1	1 procedencia				4
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	N	1	15 progenies				15

Especie		Colecciones, ensayos de procedencias, progenies, arboreta o rodales de conservación		Bancos clonales (BC), Áreas semilleras en plantaciones (ASP), huertos semilleros sexuales (HSS) y asexuales (HSA)		Banco de semillas	Instancia responsable
Nombre científico	Origen ⁴	Rodales o ensayos	No. de muestras específicas extraídas. (accesiones o árboles selectos, superiores o plus)	No. de bancos, huertos, áreas semilleras	No. de clones/familia	Nº de accesiones almacenadas	
<i>Pinus caribaea</i>	E	1	Mixto: <i>P. caribaea</i> , <i>P. caribaea hondurensis</i> y <i>P. oocarpa</i> .				7
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	E	1	26 progenies de 5 procedencias			19 de 1 procedencia	15
<i>Pinus cembroides</i>	N	2	2 procedencias				4
<i>Pinus cembroides</i> var. <i>Orizabensis</i>	N	2	14 progenies				15
<i>Pinus cooperi</i>	N	1	3 procedencias				11
<i>Pinus devoniana</i>	N					5 de 1 procedencias.	2
<i>Pinus devoniana</i>	N	1	5 procedencias			85 de 19 procedencias	5
<i>Pinus devoniana</i>	N					3 de 1 procedencia (árboles superiores)	14
<i>Pinus devoniana</i> var. <i>cornuta</i>	N					30 de 1 procedencia	2
<i>Pinus douglasiana</i>	N	2	51 familias	1 HSA; 1 BC	90 familias		7
<i>Pinus douglasiana</i>	N	24	Variables en número de individuos				7
<i>Pinus durangensis</i>	N	1	1 procedencia				11
<i>Pinus durangensis</i>	N					1*	13
<i>Pinus eldarica</i>	E	1	1 procedencia				4
<i>Pinus eldarica</i>	E	1	Masal				15
<i>Pinus engelmannii</i>	N	1	4 procedencias				11
<i>Pinus greggii</i>	N	2	18 procedencias				6
<i>Pinus greggii</i>	N	1	1 procedencia				11
<i>Pinus greggii</i>	N	4	21 progenies de 3 procedencias			10 de 1 procedencia	15
<i>Pinus greggii</i>	N			1 HSS	20 Familias de una procedencia		18
<i>Pinus greggii</i>	N			1 HSS	424 individuos de 3 procedencias		18
<i>Pinus greggii</i>	N			1 HSS	120 individuos de 6 procedencias		18
<i>Pinus greggii</i>	N			1 HSS 2ª Generación	266 individuos de 5 procedencias		18
<i>Pinus greggii</i>	N	2	Mixto: 13 procedencias de <i>P. greggii</i> var. <i>greggii</i> y <i>australis</i>				21
<i>Pinus greggii</i> var. <i>australis</i>	N	4	20 procedencias			267 de 11	2

Especie		Colecciones, ensayos de procedencias, progenies, arboreta o rodales de conservación		Bancos clonales (BC), Áreas semilleras en plantaciones (ASP), huertos semilleros sexuales (HSS) y asexuales (HSA)		Banco de semillas	Instancia responsable
Nombre científico	Origen ⁴	Rodales o ensayos	No. de muestras específicas extraídas. (accesiones o árboles selectos, superiores o plus)	No. de bancos, huertos, áreas semilleras	No. de clones/familia	Nº de accesiones almacenadas	
<i>Pinus greggii</i> var. <i>greggii</i>	N	9	120 progenies			procedencias 170 de 13 procedencias	2
<i>Pinus greggii</i> var. <i>greggii</i>	N	1	1 procedencia				4
<i>Pinus greggii</i> var. <i>greggii</i>	N	1	3 procedencias				4
<i>Pinus greggii</i> var. <i>greggii</i>	N	1	22 progenies				4
<i>Pinus greggii</i> var. <i>greggii</i>	N	1	19 progenies				4
<i>Pinus halepensis</i>	E	1	1 procedencia				4
<i>Pinus hartwegii</i>	N	1	1 procedencia				4
<i>Pinus hartwegii</i>	N					79 de 12 procedencias	5
<i>Pinus hartwegii</i>	N					23 de 2 procedencias	15
<i>Pinus johannis</i>	N	1	3 procedencias			92 de 3 procedencias	4
<i>Pinus leiophylla</i>	N			1 HSS	40 familias de 6 procedencias	300 de 16 procedencias	2
<i>Pinus leiophylla</i>	N	1	4 procedencias			25 de 4 procedencias	5
<i>Pinus leiophylla</i>	N					1*	13
<i>Pinus maximartinezii</i>	N	1	1 procedencia			31 de 1 procedencia	4
<i>Pinus maximinoi</i>	N	2	36 progenies de 8 procedencias				15
<i>Pinus montezumae</i>	N					133 de 7 procedencias	2
<i>Pinus montezumae</i>	N	1	1 procedencia				4
<i>Pinus montezumae</i>	N					3 de 1 procedencia (árboles superiores)	14
<i>Pinus nelsonii</i>	N	1	1 procedencia				4
<i>Pinus oaxacana</i>	N					30 de 3 procedencias	15
<i>Pinus oocarpa</i>	N	1	6 procedencias			15 de 1 procedencia	2
<i>Pinus oocarpa</i>	N	2	4 procedencias				3
<i>Pinus oocarpa</i>	N			1 HSS	15 familias		5
<i>Pinus patula</i>	N	3	10 procedencias	1 HSA	94 clones	420 de 11 procedencias	2
<i>Pinus patula</i>	N	11	150 progenies				2
<i>Pinus patula</i>	N			4 HSS 2ª gen.	39 familias	87 de 1 procedencia	15
<i>Pinus patula</i>	N			5 HSS 3ª gen.	23 familias		15

Especie		Colecciones, ensayos de procedencias, progenies, arboreta o rodales de conservación		Bancos clonales (BC), Áreas semilleras en plantaciones (ASP), huertos semilleros sexuales (HSS) y asexuales (HSA)		Banco de semillas	Instancia responsable
Nombre científico	Origen ⁴	Rodales o ensayos	No. de muestras específicas extraídas. (accesiones o árboles selectos, superiores o plus)	No. de bancos, huertos, áreas semilleras	No. de clones/familia	Nº de accesiones almacenadas	
<i>Pinus patula</i>	N			1 HSS 4ª gen.	31 familias	10 de 1 procedencia	15
<i>Pinus patula</i>	N	1	12 progenies			Masal, de 2 procedencias	15
<i>Pinus patula</i>	N					70 de 3 procedencias	15
<i>Pinus patula</i>	N			1 HSA	64 familias de 3 procedencias		18
<i>Pinus patula</i> var. <i>longipedunculata</i>	N					72 de 3 procedencias	2
<i>Pinus pinceana</i>	N	1	1 procedencia				4
<i>Pinus pinea</i>	E	1	1 procedencia				4
<i>Pinus pringlei</i>	N	1	40 progenies			16 de 2 procedencias	2
<i>Pinus pringlei</i>	N	2	1 procedencia				3
<i>Pinus pseudostrobus</i>	N					147 de 7 procedencias	2
<i>Pinus pseudostrobus</i>	N	1	4 procedencias	1 HSS	8 familias.	89 de 12 procedencias	5
<i>Pinus pseudostrobus</i>	N	1	29 progenies			38 de 9 procedencias (árboles superiores)	14
<i>Pinus pseudostrobus</i>	N	2	35 progenies (1 procedencia)			42 de 1 procedencia (árboles superiores)	14
<i>Pinus pseudostrobus</i>	N					25 de 1 procedencia (área semillera)	14
<i>Pinus pseudostrobus</i>	N					15 de 1 procedencia	15
<i>Pinus pseudostrobus</i>	N			1 HSA	60 clones		18
<i>Pinus pseudostrobus</i>	N			1 HSS	5 procedencias		19
<i>Pinus radiata</i> var. <i>binata</i>	N					78 de Isla Guadalupe, y 86 de Isla Cedros	2
<i>Pinus teocote</i>	N					54 de 2 procedencias	2
<i>Pinus teocote</i>	N	3	34 progenies de 3 procedencias				15
<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	N	2	361 individuos				7
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	N	3	10 procedencias			160 de 24 procedencias	2

Especie		Colecciones, ensayos de procedencias, progenies, arboreta o rodales de conservación		Bancos clonales (BC), Áreas semilleras en plantaciones (ASP), huertos semilleros sexuales (HSS) y asexuales (HSA)		Banco de semillas	Instancia responsable
Nombre científico	Origen ⁴	Rodales o ensayos	No. de muestras específicas extraídas. (accesiones o árboles selectos, superiores o plus)	No. de bancos, huertos, áreas semilleras	No. de clones/familia	Nº de accesiones almacenadas	
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	N	1	3 procedencias				4
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	N					2*	13
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	N	1	18 progenies de 3 procedencias				15
<i>Sequoia gigantea</i>	E					1*	13
<i>Sequoia sempervirens</i>	E					1*	13
<i>Swietenia humilis</i>	N					1*	13
<i>Swietenia humilis</i>	N	1	40 individuos				21
<i>Swietenia macrophylla</i>	N	1	30 procedencias				8
<i>Swietenia macrophylla</i>	N			1 BC	30 clones con 15 replicas c/u		9
<i>Swietenia macrophylla</i>	N	1	58 progenies de 5 procedencias				10
<i>Swietenia macrophylla</i>	N	1	36 progenies de 3 procedencias				10
<i>Swietenia macrophylla</i>						1*	13
<i>Taxus globosa</i>	N			1HSS	40 familias	100 en 10 lotes masales de 6 procedencias	2
<i>Tectona grandis</i>	E					1*	13
<i>Tectona grandis</i>	E	1	2 procedencias				16
<i>Tectona grandis</i>	E	1	2 procedencias			Masal	19
<i>Tectona grandis</i>	E	1	2 procedencias				20
<i>Tectona grandis</i>	E	1	40 individuos				21
<i>Toona ciliata</i>	E	1	2 procedencias				20
	115 N; 36 E	180		5 BC; 21 HSS; 5 HSA; 4 ASP		3,665 Accesiones	21

* El Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP cuenta con 18 accesiones *in vitro*.

Cuadro 3.3. Instancias participantes en proyectos de conservación *ex situ*.

Instancia participante	Ubicación	Contacto técnico	Clave de la instancia
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Culiacán (CIAD), Sinaloa	Carretera a Eldorado Km 5.5, Campo El Diez, Culiacán, Sinaloa, C.P. 80110.	Dr. Miguel Ángel Angulo Escalante mangulo@ciad.edu.mx	1
Colegio de Postgraduados	Km. 36.5, Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. de México.	Dr. Javier López Upton uptonj@colpos.mx Dr. Jesús Jasso Mata jejama@colpos.mx	2
Comisión Forestal de Michoacán	Bosque Cuauhtémoc, Justo Mendoza, Lote 11, Cuauhtémoc, C.P. 58020, Morelia, Mich.	Ing. Alejandro Reyes Ramos reyescraft@gmail.com	3
Departamento de Bosques de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buena Vista, CP 25315, Saltillo, Coah.	M.C. Celestino Flores López cele64@prodigy.net.mx	4
Departamento de Botánica del IIAF. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Av. San Juanito Itzicuar, S/N, Col. San Juanito Itzicuar, Morelia, Mich.	Dr. Cuauhtémoc Sáenz Romero csaenz@umich.mx; csaenzromero@gmail.com	5
Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Km. 9.5, Carr. Morelia-Zinapécuaro, Tarimbaro, Mich. Uruapan, Mich.	M.C. Carlos Ramírez mandujanocramirez@umich.mx; carmcarm@prodigy.net.mx	6
Fideicomiso para la Administración del Programa de Desarrollo Forestal del Estado de Jalisco (FIPRODEFO)	Calle Bruselas 626, PA Col. Moderna, CP 44190. Guadalajara, Jal.	M.C. José Ángel López López angel.lopez@fiprodefo.org.mx Ing. Mario Aguilar Hernández mario.aguilar@jalisco.gob.mx	7
INIFAP	Campo Experimental El Palmar. Km. 18, Carr. Tezonapa- El Palmar, Veracruz, Ver.	M.C. Vicente Sánchez Monsalvo sanchez.vicente@inifap.gob.mx	8
INIFAP	Campo Experimental "San Felipe Bacalar", Km. 3.5, Carr. Chetumal-Bacalar, Chetumal, Q.R.	Dr. José Vidal Cob josevidalc@yahoo.es	9
INIFAP	Campo Experimental Edzna Km. 15 de la Carr. Campeche-Pocyaxum, Chiná, Camp.	Dr. Joaquín Gómez Tejero gomez.joaquin@inifap.gob.mx	10
INIFAP	Campo Experimental Valle de Guadiana. Km. 5 Carr. Durango-El Mezquital, Durango, Dur.	Dr. José Ángel Prieto Ruíz jprietoviv@yahoo.com.mx	11
INIFAP	Campo Experimental Zacatepec Km. 0.5, Carr. Zacatepec-Galeana, Col. Galeana, Zacatepec, Mor.	M.C. Fortunato Solares Arenas solarenas2001@yahoo.com.mx	12
INIFAP	Centro Nacional de Recursos Genéticos, Boulevard de la Biodiversidad 400, Tepatlán, Jalisco.	Dr. José Fernando De la Torre Sánchez delatorre.fernando@inifap.gob.mx	13

Instancia participante	Ubicación	Contacto técnico	Clave de la instancia
Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Av. San Juanito Itzicuario, S/N, Col. San Juanito Itzicuario, Morelia, Mich.	Dr. Nahum M. Sánchez Vargas nsanchezv@yahoo.com.mx	14
Instituto de Investigaciones Forestales de la Universidad Veracruzana	Parque Ecológico "El Haya", Jalapa, Ver.	Dr. Juan Alba Landa jalba@uv.mx Dr. Héctor Viveros Viveros heviveros@uv.mx	15
MADPREVER, S.A. de C.V. (Empresa privada)	Avenida 20 de noviembre # 1110, Colonia La Sabana; C.P. 96980, Las Choapas, Ver. Tel.: (923) 237199	Ing. Javier Arcos Roa	16
PLANTEH S.A. DE C.V. (Empresa privada)	Km. 116, Carr. Tuxtepec-Palomares, Lombardo de Caso, Oax.	Dr. Jesús Jasso Mata jejama@colpos.mx	17
Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE)	Rancho Guadalupe S/N, Conjunto SEDAGRO, C.P. 52141, Metepec Edo. de México.	Ing. José Antonio Soto jash_610211@yahoo.com.mx	18
RCH S.P.R. de R.L. de C.V. (Empresa privada)	Jalapa, Ver.		19
REFORESTA MEXICANA, S.A. de C.V. (Empresa privada)	Avenida 20 de Noviembre # 1110. Colonia La Sabana, Las Choapas, Ver. C.P. 96980 Teléfono: 01 (923) 2371999	M.C. Jaime A. Cruz Román reforesta@prodigy.net.mx	20
Universidad del Mar.	Puerto Escondido Mixtepec, Juquila, Oax.	M.C. Mario Valerio Velasco taxodium01@hotmail.com mvvelascog@yahoo.com.mx	21

3.3. Infraestructura para la conservación *ex situ*.

Actualmente se cuenta con 37 bancos de germoplasma forestal (BGF) para almacenamiento de mediano plazo, y 17 centros de almacenamiento temporal de germoplasma forestal (CATGF), mismos que en conjunto tienen una capacidad de almacenamiento de 235 toneladas. En estas instalaciones se cuenta con personal técnico capacitado, equipos e instrumental necesario para la conservación y la valoración física y fisiológica de las semillas.

Los bancos y centros son en su mayoría propiedad de instancias públicas, y cumplen la función de almacenar semillas para abastecer a los viveros que producen planta para los programas oficiales de reforestación. En los bancos de las instituciones de enseñanza e investigación se conservan lotes pequeños para proyectos de conservación de recursos genéticos y mejoramiento genético, conforme al Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4 Infraestructura para el almacenamiento de semillas forestales.

Entidad	Denominación*	Capacidad (Ton)	Titular (instancia, persona física o moral)	Especies o grupos de especies en almacenamiento
B.C.	B.G.F. El Cachanilla	4.00	Gerencia Estatal Baja California Norte CONAFOR.	Coníferas y especies de zonas áridas.
B.C.S.	C.A.T.G.F. Vivero Forestal San José Viejo	5.00	Gerencia Estatal Baja California Sur CONAFOR.	Latifoliadas de zonas áridas.
Camp.	C.A.T.G.F. Castamay	1.00	Gerencia Estatal Campeche CONAFOR.	Latifoliadas de zonas tropicales.
Chih.	B.G.F. Las Vírgenes	2.50	Gerencia Estatal Chihuahua CONAFOR.	Coníferas y especies de zonas áridas.
Chis.	C.A.T.G.F. Rancho Nuevo	1.20	Gerencia Estatal Chiapas CONAFOR.	Coníferas y especies de clima templado y tropical.
Chis.	B.G.F. Rancho Nuevo	2.00	Instituto de Reconversión Productiva y Bioenergéticos de la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural de Chiapas.	Coníferas y especies de clima templado y tropical.
Chis.	B.G.F. Santa Ana	2.00	Instituto de Reconversión Productiva y Bioenergéticos de la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural de Chiapas.	Latifoliadas de zonas tropicales.
Coah.	B.G.F. Saltillo	10.00	Gobierno del Estado de Coahuila.	Coníferas y especies de zonas áridas.
Coah.	B.G.F. Facultad de Ciencias Forestales	2.00	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah.	Coníferas y especies de clima templado.
Col.	C.A.T.G.F. El Esfuerzo	2.00	Gerencia Estatal Colima CONAFOR.	Latifoliadas de zonas tropicales.
D.F.	B.G.F. CENID-COMEF	0.50	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	Coníferas y leguminosas
D.F.	B.G.F. Vivero San Luis Tlaxialtemalco	20.00	Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales de la Secretaría del Medio Ambiente del D. F. (CORENA).	Coníferas y especies de clima templado.
Dgo.	B.G.F. Guadiana	3.00	Gerencia Estatal Durango CONAFOR.	Coníferas y especies de zonas áridas.
Edo. de Mex.	B.G.F. Montecillo	3.00	Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Edo. de México.	Coníferas y especies de clima templado.
Edo. de Mex.	B.G.F. PROBOSQUE	5.00	Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE).	Coníferas y especies de clima templado.
Edo. de Mex.	B.G.F. Jilotepec	12.00	Gerencia Estatal del Edo. de México CONAFOR.	Coníferas y especies de clima templado.
Gro.	C.A.T.G.F. Chilpancingo	3.00	Gerencia Estatal Guerrero CONAFOR.	Coníferas y especies tropicales.
Gro.	B. G.F. Vicente Guerrero	3.87	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Guerrero.	Coníferas y especies tropicales.
Gto.	C.A.T.G.F. Irapuato	0.45	Gerencia Estatal Guanajuato CONAFOR.	Coníferas y especies tropicales.
Hgo.	C.A.T.G.F. Pachuca	1.90	Gerencia Estatal Hidalgo CONAFOR.	Coníferas y especies de clima templado.

Entidad	Denominación*	Capacidad (Ton)	Titular (instancia, persona física o moral)	Especies o grupos de especies en almacenamiento
Jal.	B.G.F. El Centinela	3.00	Gerencia Estatal de Jalisco de la CONAFOR.	Coníferas y especies tropicales.
Mich.	B.G.F. Morelia	7.00	Comisión Forestal del Estado de Michoacán.	Coníferas y especies de clima templado.
Mich.	B.G.F. Patzcuaro	1.00	Gerencia Estatal Michoacán CONAFOR y Comisión Forestal del Estado de Michoacán.	Coníferas y especies de clima templado.
Mich.	B.G.F. Facultad de Agrobiología de la UMSNH	0.10	Facultad de Agrobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Uruapan, Mich.	Coníferas y especies de clima templado.
Mich.	B.G.F. IIAF de la UMSNH	0.10	Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) de la UMSNH.	Coníferas y especies de clima templado.
Mich.	B.G.F. Botánica de la UMSNH	0.10	Departamento de Botánica del IIAF de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.	Coníferas y especies de clima templado.
Mor.	C.A.T.G.F. Vivero Forestal Chapultepec	0.20	Gerencia Estatal Morelos CONAFOR.	Coníferas y especies tropicales.
Mor.	C.A.T.G.F. Campo Experimental Zacatepec	0.05	Campo Experimental Zacatepec, Mor., INIFAP.	Latifoliadas de zonas tropicales.
Mor.	B.G.F. "Tetela del Volcán"	2.50	Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente, del estado de Morelos.	Latifoliadas de zonas tropicales.
N.L.	BGF, Facultad de Ciencias Forestales	2.00	Universidad Autónoma de Nuevo León	Coníferas y especies del matorral
N.L.	B.G.F. Santiago	5.00	Gerencia Estatal Nuevo León CONAFOR.	Latifoliadas de zonas tropicales.
Nay.	B.G.F. Camichín de Jauja	3.00	Gerencia Estatal Nayarit CONAFOR.	Coníferas y especies tropicales.
Oax.	B.G.F. Santa María Atzompa	10.00	Gerencia Estatal Oaxaca CONAFOR.	Coníferas y especies tropicales.
Oax.	B.G.F. Universidad del Mar	0.05	Universidad del Mar, Puerto Escondido, Oax.	Coníferas y especies tropicales.
Oax.	B.G.F. El Tequio	40.00	Secretaría de Desarrollo Agropecuario, forestal y Pesca de Oaxaca.	Coníferas y especies tropicales.
Oax.	B.G.F. Estatal	20.00	Secretaría de Desarrollo Agropecuario, forestal y Pesca de Oaxaca.	Coníferas y especies tropicales.
Oax.	C.A.T.G.F. Región Sierra Norte	1.00	Secretaría de Desarrollo Agropecuario, forestal y Pesca de Oaxaca.	Coníferas y especies de clima templado.
Oax.	C.A.T.G.F. Región Cañada Alta	1.00	Secretaría de Desarrollo Agropecuario, forestal y Pesca de Oaxaca.	Coníferas y especies de clima templado.
Oax.	C.A.T.G.F. Región Mixteca Alta	1.00	Secretaría de Desarrollo Agropecuario, forestal y Pesca de Oaxaca.	Coníferas y especies de clima templado.
Oax.	C.A.T.G.F. Región Bajo Mixe	1.00	Secretaría de Desarrollo Agropecuario, forestal y Pesca de Oaxaca.	Latifoliadas de zonas tropicales.
Pue.	B.G.F. El Vergel	4.00	Gerencia Estatal Puebla CONAFOR.	Coníferas y especies de clima templado.
Pue.	B.G.F. Peñuelas Pueblo Nuevo	5.00	Ejido Peñuelas Pueblo Nuevo y Gobierno del Estado de Puebla.	Coníferas y especies de clima templado.
Q. Roo.	C.A.T.G.F. "Ya'Axche"	0.50	Gerencia Estatal Quintana Roo CONAFOR.	Latifoliadas de zonas tropicales.
Qro.	B.G. F. Ignacio Pérez.	4.00	Gerencia Estatal Querétaro CONAFOR.	Coníferas y especies de zonas áridas.
S.L.P.	C.A.T.G.F. Tangamanga	0.18	Gerencia Estatal San Luis Potosí CONAFOR.	Coníferas y especies de zonas áridas.
Sin.	B.G.F. CIAD	0.05	"Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Culiacán (CIAD), Sinaloa.	Latifoliadas de zonas tropicales.
Son.	B.G.F. Hermosillo	3.00	Gerencia Estatal Sonora CONAFOR.	Coníferas y especies de zonas áridas.
Tab.	B.G.F. COMESFOR	4.00	Comisión Forestal del Estado de Tabasco	Latifoliadas de zonas tropicales.
Tab.	B.G.F. El Guayacán	5.00	Gerencia Estatal Tabasco CONAFOR	Latifoliadas de zonas tropicales
Tamps.	B.G.F. Forestal Rio Bravo.	7.00	Gerencia Estatal Tamaulipas CONAFOR.	Coníferas y especies de zonas áridas.

Entidad	Denominación*	Capacidad (Ton)	Titular (instancia, persona física o moral)	Especies o grupos de especies en almacenamiento
Tlax.	B.G.F. Xocoyucan	2.00	Gerencia Estatal Tlaxcala CONAFOR.	Coníferas y especies de clima templado.
Ver.	B.G.F. Ing. José Ángel Navar Hernández	7.50	Gerencia Estatal Veracruz CONAFOR.	Coníferas y especies de clima templado.
Ver.	B.G.F. IIF de la Univ. Veracruzana	0.10	Universidad Veracruzana, Jalapa, Ver.	Coníferas y especies tropicales.
Ver.	C.A.T.G.F. RCH	0.10	RCH S.P.R. DE R.L. DE C.V., Jalapa, Ver.	Latifoliadas de zonas tropicales.
Yuc.	B.G.F. San José Tecoh	6.00	Gerencia Estatal Yucatán CONAFOR.	Latifoliadas de zonas tropicales.
Zac.	C.A.T.G.F. Enrique Estrada	1.50	Gerencia Estatal Zacatecas CONAFOR.	Coníferas y especies de zonas áridas.
54		235.00		
*B.G.F.: Banco de Germoplasma Forestal (39)				
*C.A.T.G.F.: Centro de Almacenamiento Temporal de Germoplasma Forestal (17)				

La conservación de germoplasma en su modalidad de polen o tejidos se ha desarrollado de una manera incipiente, aún y cuando en los bancos existentes se cuenta con instalaciones y condiciones que permitan la incorporación de equipos para almacenar este tipo de material genético.

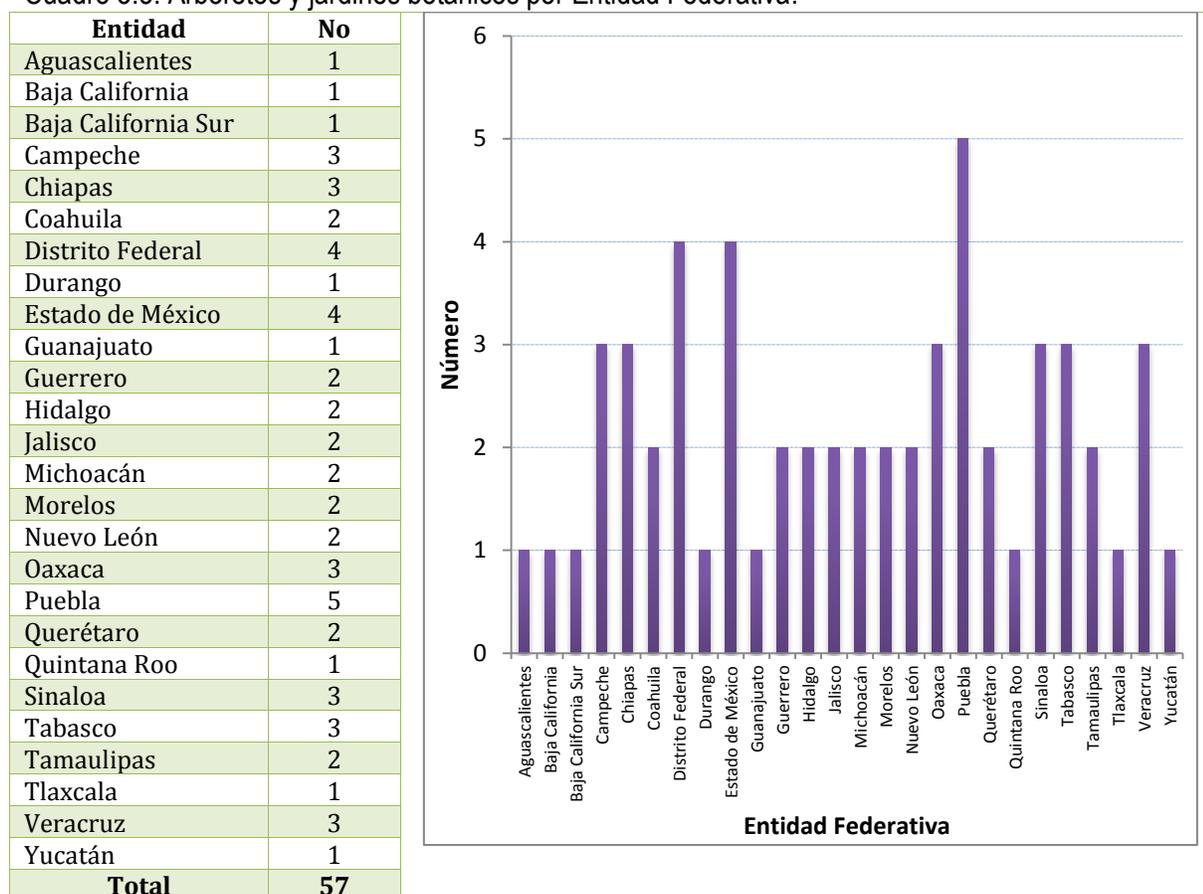
Adicional a la infraestructura de bancos y centros para el almacenamiento de semillas previamente descritas, se cuenta con el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG), el cual inició su operación en el 2010. Este centro se ubica en el municipio de Tepatitlán, Estado de Jalisco, el cual está a cargo del INIFAP; cuenta con instalaciones y equipos con tecnología de vanguardia para el almacenamiento a largo plazo de material genético de los tipos acuícola, agrícola, forestal, microbiano y pecuario.

De manera específica el subsistema forestal cuenta con una capacidad instalada para resguardar 3,500 accesiones en condiciones *in vitro* (diez tubos de ensaye por accesión), 40,000 crio-viales, cada crio-vial con capacidad para 10 meristemos o “callos”, en tanques de nitrógeno líquido y 93,300 accesiones en bolsas de 1 Kg, en cámaras frías a una temperatura de -18°C, para un total de 136,600 accesiones con capacidad en uso. Cuenta también con espacio para triplicar la capacidad actual, considerando una capacidad final de 415,800 accesiones, sólo para el subsistema forestal.

3.4. Arboretos y jardines botánicos establecidos en México.

Se tienen registrados 57 arboretos y jardines botánicos distribuidos en 27 de las 32 entidades federativas (Cuadro 3.5). Estos arboretos y jardines incluyen colecciones de plantas de especies nativas y otras de interés científico, alimenticio, medicinal, ornamental o por estar en categoría de riesgo.

Cuadro 3.5. Arboretos y jardines botánicos por Entidad Federativa.



En la mayoría de estas áreas se brinda servicio de atención al público, adicional a los trabajos de investigación, propagación y conservación que se realizan en los mismos.

La mayor parte de los titulares de dichas áreas son miembros de una asociación sin fines de lucro denominada “Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, A.C.”, a través de la cual se mantienen intercambios permanentes de experiencias, información, especímenes, capacitación y difusión. La información particular de los arboretos y jardines botánicos se incluye en el Anexo 10.

3.5. Uso y transferencia de germoplasma dentro y fuera del país.

En México no existen disposiciones legales que impidan o limiten el uso del germoplasma en regiones o zonas distintas a las que pertenecen los predios donde se recolecta.

En términos de importación y exportación, el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece como requisito primordial, el contar con un certificado fitosanitario expedido por el país de origen de los productos y subproductos forestales (incluido el germoplasma forestal). Para la exportación de germoplasma de México hacia otros países, la SEMARNAT es la instancia del ejecutivo federal encargada de expedir los certificados fitosanitarios correspondientes y de realizar las inspecciones de verificación respectivas.

Actualmente la CONAFOR cuenta con un proyecto de Norma Mexicana (NMX-de aplicación voluntaria) para fomentar la producción de germoplasma forestal con calidad genética superior a la de las poblaciones naturales o de plantaciones sin manejo de selección, misma que se tiene programado sancionar y aprobar durante el 2012.

Con esta Norma se podrá clasificar e identificar el origen del germoplasma por subprovincias fisiográficas (INEGI, 2001), para asegurar que los futuros trabajos de reforestación con fines de conservación y restauración, se realicen con planta producida a partir de germoplasma proveniente de unidades productoras localizadas en las mismas subprovincias a las que pertenezcan los predios a reforestar.

3.6. Documentación y caracterización oficial del germoplasma.

Actualmente el movimiento de germoplasma forestal de las unidades productoras (huertos, ensayos, plantaciones, áreas semilleras y rodales naturales) hacia los centros de almacenamiento y de éstos a los viveros u otros sitios, debe realizarse al amparo de documentación forestal de transporte expedidos por la SEMARNAT y/o de comprobantes fiscales emitidos por los titulares de los predios, con base en lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

En esta documentación se incluye, entre otros datos, el nombre del predio y su titular, la fecha de transporte, volumen y/o peso de frutos y semillas por especie, los códigos de identificación del permiso de recolección o de la autorización del programa de manejo forestal respectivo, y del lugar de destino.

La legislación forestal vigente no incluye disposiciones para la caracterización en términos de su origen, calidad fenotípica y/o genotípica del germoplasma.

3.7. Medidas utilizadas para mantener y promover la conservación *ex situ*.

La mayor parte de los proyectos de conservación y mejoramiento genético desarrollados en el país han sido financiados por el gobierno federal y los estatales, a través de los programas sexenales que han implementado en sus respectivas administraciones.

Durante los últimos 10 años, el gobierno federal por conducto de la CONAFOR ha canalizado recursos económicos para la protección y fomento de los recursos forestales, en montos superiores a los invertidos en décadas anteriores. En la actual administración se opera el programa denominado "ProÁrbol", a través del cual el gobierno federal ha logrado integrar en un solo esquema el otorgamiento de subsidios a los poseedores y propietarios de terrenos forestales y de aptitud forestal, para desarrollar acciones encaminadas a proteger, conservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos en bosques, selvas y zonas áridas de México, así como para el establecimiento, cultivo y aprovechamiento de plantaciones forestales comerciales.

La CONAFOR es la institución responsable de llevar a cabo este programa, que opera mediante Reglas de Operación, a través de una convocatoria anual en la que se establecen los requisitos, plazos y procedimientos para la asignación y entrega de recursos a los beneficiarios.

En las reglas de operación 2012 se incluyen diversas categorías de apoyo que tienen relación con la conservación, aprovechamiento y mejoramiento genético de los recursos forestales (Cuadro 3.6 y 3.7).

Cuadro.3.6 Categorías de apoyo del programa ProÁrbol 2012, que permiten fomentar los recursos genéticos forestales.

Categoría de apoyo
A. Desarrollo forestal
A1. Estudios forestales
A1.1 Manifestación de impacto ambiental particular o regional
A1.3 Estudios técnicos para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables y obtención de germoplasma forestal
A2. Silvicultura
A4. Plantaciones forestales comerciales
A4-G Áreas para la producción de semillas forestales (con selección fenotípica y/o genotípica)
B. Conservación y restauración
B1. Reforestación y suelos
B1.1 Reforestación
B1.2 Mantenimiento de áreas reforestadas
B1.3 Protección de áreas reforestadas
B2. Servicios ambientales
B2.2 Biodiversidad

Cuadro 3.7 Especies seleccionadas dentro de la sub-categoría de apoyo para el establecimiento de áreas para la producción de semillas forestales (A4-G), por grupo de especies.

Coníferas	Hojosas Nativas	Hojosas Introducidas	Eucaliptos
<i>Pinus arizonica</i>	<i>Amphiteringium adstringens</i>	<i>Tectona grandis</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
<i>Pinus ayacahuite</i>	<i>Brosimum alicastrum</i>	<i>Gmelina arborea</i>	<i>Eucalyptus dunnii</i>
<i>Pinus chiapensis</i>	<i>Bursera aloexylon</i>		<i>Eucalyptus globulus</i>
<i>Pinus caribaea</i>	<i>Cedrela odorata</i>		<i>Eucalyptus grandis</i>
<i>Pinus devoniana</i>	<i>Ceiba pentandra</i>		<i>Eucalyptus nitens</i>
<i>Pinus douglasiana</i>	<i>Cordia alliodora</i>		<i>Eucalyptus saligna</i>
<i>Pinus durangensis</i>	<i>Cordia dodecandra</i>		<i>Eucalyptus urophylla</i>
<i>Pinus engelmannii</i>	<i>Cybistax donelli-smithii</i>		
<i>Pinus gregii</i>	<i>Prosopis glandulosa</i>		
<i>Pinus montezumae</i>	<i>Prosopis laevigata</i>		
<i>Pinus patula</i>	<i>Prosopis velutina</i>		
<i>Pinus pseudostrobus</i>	<i>Phitecellobium ebano</i>		
<i>Pinus oaxacana</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>		
<i>Pinus rudis</i>	<i>Tabebuia rosea</i>		
<i>Pinus teocote</i>			
<i>Juniperus flaccida</i>			

Al igual que la CONAFOR, los gobiernos de los estados que cuentan con las mayores superficies forestales o con potencial para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, desarrollan sus propios programas de protección y fomento forestal, incluyendo subsidios para proyectos similares a los que apoya la federación.

Además, la CONAFOR promovió que cada entidad federativa elaborara su programa estratégico forestal, por lo que éstas ya cuentan con dichos programas, lo que permitirá fomentar el desarrollo forestal sustentable.

De mención especial destaca el Centro Nacional de Recursos Genéticos antes mencionado, el cual tiene, para el subsistema forestal, los siguientes objetivos:

- Contribuir a preservar y mejorar los RGF de importancia para México;
- Contribuir y propiciar el uso sustentable de los RGF;
- Apoyar acciones de recolecta, caracterización, potenciación, uso y preservación; y
- Promover la valoración de la conservación de los RGF entre la comunidad científica y la población en general.

En la actualidad este centro está desarrollando investigación para la conservación a largo plazo de semillas recalcitrantes de especies forestales tropicales, a través de protocolos de investigación *in vitro*, crecimiento mínimo y criopreservación, a partir de tejidos somáticos; además se generan y se validan protocolos para el almacenamiento de semillas ortodoxas de especies tropicales en cámaras frías.

A nivel internacional, México continúa manteniendo su participación en la Comisión Forestal de América del Norte (COFAN) desde 1970, de la cual se han obtenido importantes beneficios en capacitación e intercambio de experiencias a través del Grupo de Trabajo sobre RGF.

Capítulo 4 Estado del uso y la ordenación sostenible de los recursos genéticos forestales.

4.1. Objetivos del mejoramiento genético.

La mayor parte de las especies sujetas a mejoramiento genético (39 de los 69 taxa del género *Pinus* existentes en México), son utilizadas en su mayoría para la producción de madera aserrada (Cuadro 4.1); esto se explica principalmente por la importancia que reviste este género en términos económicos y de distribución natural en México.

Cuadro 4.1. Usos principales de las especies sujetas a mejoramiento genético.

Uso principal	%
Madera para aserrío	59
Madera para celulosa	9
Frutos alimenticios	9
Aceites esenciales	4
Consumo humano	2
Forraje	2
Conservación y restauración	4
Gomas y resinas	6
Árboles de navidad	3
Medicinal	2

4.2. Nivel del mejoramiento genético.

En México los programas de mejoramiento genético *ex situ* son muy incipientes, todos caen dentro de la categoría denominada “primera generación”, y son de tamaño reducido.

De las 21 instancias con proyectos de mejoramiento genético, se cuenta con 21 huertos semilleros sexuales (HSS), 5 huertos semilleros asexuales (HSA) y 5 bancos clonales (BC), como se describe en los Cuadros 4.2, 4.3 y 4.4.

Cuadro 4.2. Relación de huertos semilleros sexuales (HSS) activos.

Nombre científico	Origen ⁵	No. de Huertos Semilleros (HSS)	No. de familias, individuos y/o procedencias	Instancia responsable*
<i>Gmelina arborea</i>	E	1	105 individuos	8
<i>Pinus douglasiana</i>	N	1	90 familias	7
<i>Pinus greggii</i>	N	1	424 individuos de 3 procedencias	18
<i>Pinus greggii</i>	N	1	120 individuos de 6 procedencias	18
<i>Pinus greggii</i>	N	1	20 familias de una procedencia	18
<i>Pinus greggii</i>	N	1 de 2 ^a gen.	266 individuos de 5 procedencias	18

⁵ N: Nativa; E: Exótica

Nombre científico	Origen ⁵	No. de Huertos Semilleros (HSS)	No. de familias, individuos y/o procedencias	Instancia responsable*
<i>Pinus leiophylla</i>	N	1	40 familias de 6 procedencias	2
<i>Pinus oocarpa</i>	N	1	15 familias	5
<i>Pinus patula</i>	N	4 de 2 ^a gen.	39 familias	15
<i>Pinus patula</i>	N	5 de 3 ^a gen.	23 familias	15
<i>Pinus patula</i>	N	1 de 4 ^a gen.	31 familias	15
<i>Pinus pseudostrobus</i>	N	1	8 familias.	5
<i>Pinus pseudostrobus</i>	N	1	5 procedencias	19
<i>Taxus globosa</i>	N	1	40 familias	2
TOTAL	13 N; 1 E	21 HSS		

*Véase Cuadro 3.3

Cuadro 4.3. Relación de huertos semilleros asexuales (HSA) activos.

Nombre científico	Origen	No. de Huertos Semilleros Asexuales (HSA)	No. de clones	Instancia responsable*
<i>Cedrela odorata</i>	N	1	118 clones	8
<i>Cupressus lusitanica</i>	N	1	65 individuos de 28 familias	18
<i>Pinus patula</i>	N	1	94 clones	2
<i>Pinus patula</i>	N	1	64 familias de 3 procedencias	18
<i>Pinus pseudostrobus</i>	N	1	60 clones	18
TOTAL	5 N	5 HSA		

*Véase Cuadro 3.3.

Cuadro 4.4. Relación de bancos clonales (BC) activos.

Nombre científico	Origen	No. de Bancos Clonales (BC)	No. de clones	Instancia responsable*
<i>Cedrela odorata</i>	N	1	40 clones con 15 replicas c/u	9
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	E	1	10 clones	2
<i>Hevea brasiliensis</i>	E	1	200 clones	8
<i>Jatropha platyphylla</i>	N	1	20 clones	1
<i>Swietenia macrophylla</i>	N	1	30 clones con 15 replicas c/u	9
TOTAL	3 N; 2 E	5 BC		

*Véase Cuadro 3.3.

La mayor parte de estos huertos y bancos están fundamentados en proyectos de investigación y aún no están en condiciones para producir semilla genéticamente mejorada en forma intensiva para su uso en plantaciones forestales comerciales. Es preciso señalar que en estos huertos y bancos no se dispone de información sobre cruza controladas.

4.3. Grado de uso de materiales de reproducción de bosques mejorados en el país.

Los ensayos y huertos establecidos con propósitos de mejoramiento genético son de reciente creación y en su mayoría se mantienen en su fase experimental. De manera

incipiente, las empresas plantadoras de mayor capacidad económica empiezan a utilizar germoplasma mejorado por ellas mismas.

4.4. Medidas tomadas para promover el uso de material genéticamente mejorado.

Actualmente no existen políticas o lineamientos que obliguen la utilización de material genéticamente mejorado en la producción de planta para la reforestación, con fines comerciales, cultivo del bosque, conservación, o de restauración.

Con el fin de promover como primer paso la producción de material genético mejorado, a partir del 2011 la CONAFOR otorgó subsidios a ejidos de cinco entidades federativas, en predios forestales con programas de manejo vigente y antecedentes de manejo sustentable de sus recursos, para el establecimiento de 8 huertos semilleros asexuales, injertando árboles selectos de las siguientes especies: *Pinus oaxacana*, *Pinus chiapensis*, *Pinus patula*, *Pinus engelmannii*, *Pinus durangensis* y *Pinus cooperi*.

Adicional a estos apoyos, con la propuesta de las normas mexicanas para viveros y germoplasma forestal, se tiene previsto asegurar al 100 % la producción de planta con estándares de calidad, incluyendo el germoplasma utilizado, mismo que deberá provenir de unidades productoras con selección fenotípica y/o genotípica, que permita mejorar la supervivencia y productividad de las futuras plantaciones que se realicen en el país.

4.5. Programas de selección participativa de árboles forestales en el país.

En relación a la conservación y mejoramiento genético de las especies forestales, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable prevé que la CONAFOR, en coordinación con las dependencias y entidades de la administración pública federal, coordine y promueva el desarrollo de un Sistema Nacional de Mejoramiento Genético Forestal, con la evaluación y registro de progenitores, la creación de áreas y huertos semilleros y bancos de germoplasma, auspiciando su operación en forma conjunta con los gobiernos estatales y municipales, con la participación de los propietarios y poseedores de terrenos forestales o los titulares de autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables, de forestación y plantaciones forestales comerciales.

Sin constituir programas especiales como lo señala la Ley, tanto el gobierno federal por conducto de la CONAFOR, como los gobiernos estatales, canalizan anualmente recursos a los productores organizados, para apoyar el establecimiento de unidades productoras *in situ* y *ex situ*, centros de almacenamiento y bancos de germoplasma. Durante los últimos años destacan en este tipo de proyectos los estados de Chiapas, Durango, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

De forma complementaria, algunas instituciones de enseñanza, investigación y servicio han venido trabajando en este tipo de proyectos, en colaboración con los productores forestales, resaltando los trabajos realizados por el INIFAP, el Colegio de Postgraduados, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Universidad Veracruzana (Cuadro 3.2).

De manera especial la CONAFOR pretende, en los próximos años, incrementar el establecimiento de huertos semilleros asexuales, en la mayor parte de las entidades federativas.

4.6. Sistemas de información sobre el mejoramiento genético forestal.

Durante el período comprendido entre 1997 al 2001, la entonces Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) a través del Programa Nacional de Reforestación (PRONARE), operó un proyecto denominado “Red Mexicana de Germoplasma Forestal”, con el propósito de fomentar el incremento de la calidad genética del germoplasma utilizado en la propagación de plantas para la reforestación, y coadyuvar así en la conservación de los recursos forestales del país (SEMARNAP, 1998).

Durante su vigencia, esta Red contó con la colaboración de las instancias de investigación y enseñanza con mayor experiencia en mejoramiento genético forestal, así como del CATIE y del Servicio Forestal de los Estado Unidos de América. Como medio de comunicación y difusión se emitía una publicación técnica con producción trimestral, que se distribuía en todas las entidades federativas, cuyo tiraje promedio alcanzaba los mil ejemplares.

Para el presente 2012, la CONAFOR está promoviendo la creación de las bases del Sistema Nacional de Recursos Genéticos Forestales, con el propósito de integrar y fomentar las acciones de producción y mejoramiento genético que se realicen en el país, y servir a su vez como medio de difusión y promoción para los productores, investigadores, instancias públicas e instituciones de enseñanza e investigación, tanto a nivel nacional como internacional.

4.7. Especies de las cuales se puede intercambiar germoplasma.

Tanto de las especies consideradas en los proyectos de conservación *ex situ*, como de las especies utilizadas en la reforestación con fines comerciales y de restauración, se realizan y es posible concertar intercambios de semillas y partes vegetativas entre instituciones o productores, mediante convenios de colaboración en los que se especifican los términos del intercambio.

4.8. Especies mejoradas de las cuales se pueden proporcionar germoplasma a escala comercial.

Las plantaciones destinadas al mejoramiento genético son relativamente recientes y en superficies pequeñas de experimentación, de tal manera que a la fecha aún no es posible adquirir germoplasma a escala comercial. Sin embargo, es posible convenir con los titulares de las mismas, la adquisición de material en pequeñas cantidades, para el establecimiento de ensayos y huertos.

4.9. Clasificación del material reproductivo mejorado que se usa en el país.

En la actualidad no existe una clasificación oficial para el germoplasma forestal seleccionado o mejorado genéticamente. Para superar esta situación, en el proyecto de Norma Mexicana que la CONAFOR pretende poner en operación, una vez que se apruebe, se

incluye una clasificación para las Unidades Productoras de Germoplasma Forestal (UPGF) y para el germoplasma que se obtenga de cada una de éstas, incluyendo nueve categorías, conforme al Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5. Clasificación de unidades productoras y germoplasma forestal considerada en el proyecto de Norma Mexicana sobre germoplasma forestal.

Grupo	Categoría	Clave	Clave del germoplasma
Unidades Identificadas	Rodal Semillero	UPGF-I-RS	GF-I-RS
	Rodal con Especies en Categoría de Riesgo	UPGF-I-RECR	GF-I-RECR
Unidades Seleccionas	Área Semillera	UPGF-S-AS	GF-S-AS
	Huerto Semillero sexual	UPGF-S-HSS	GF-S-HSS
	Huerto Semillero Asexual	UPGF-S-HSA	GF-S-HSA
	Banco Clonal	UPGF-S-BC	GF-S-BC
Unidades Elite	Huerto Semillero Sexual, Comprobado Genéticamente	UPGF-E-HSSCG	GF-E-HSSCG
	Huerto Semillero Asexual, Comprobado Genéticamente	UPGF-E-HSACG	GF-E-HSACG
	Banco Clonal, Comprobado Genéticamente	UPGF-E-BCCG	GF-E-BCCG

4.10. Variedades producidas en el país.

A la fecha no se tiene conocimiento de registros para variedades de especies forestales que se hayan desarrollado en nuestro país.

4.11. Presentación pública de los materiales genéticos forestales mejorados.

No existen disposiciones normativas al respecto en la legislación forestal. Sin embargo, en el proyecto de Norma Mexicana sobre germoplasma forestal, se establece que el germoplasma forestal salga de los centros de almacenamiento a los viveros u otros sitios, debidamente empaquetada, acompañada de una ficha técnica. En estas fichas se deberá incluir entre otra información, la relativa a la ubicación del predio donde se recolectó el germoplasma y la provincia fisiográfica a la que pertenece; la categoría y nomenclatura de la unidad productora y del germoplasma; las características físicas (peso, pureza y número de semillas o propágulos) y fisiológicas (porcentaje de germinación y/o de viabilidad) del germoplasma.

4.12. Prioridades para mejorar la conservación *ex situ*.

- Promover las bases para la creación del Sistema Nacional de Recursos Genéticos Forestales, para integrar y fomentar las acciones de mejoramiento genético a nivel nacional, así como para incrementar el intercambio de material genético y experiencias con redes o sistemas de otros países.
- Establecer políticas encaminadas a lograr que la planta a contratar anualmente para abastecer los programas de reforestación gubernamentales, sea producida observando las disposiciones sobre recolección, transporte y almacenamiento del germoplasma forestal previstos en la legislación forestal, para asegurar la certeza de la calidad y su procedencia. De igual manera, para asegurar que el material que se

deposite en los bancos y centros de almacenamiento, cumplan con estas disposiciones.

- Gestionar la autorización de la Norma Mexicana para la producción de germoplasma forestal certificado, y una vez que se apruebe y se opere, se promoverá con ello el incremento de la calidad y productividad de las futuras plantaciones.
- Establecer pagos diferenciados por la planta producida con germoplasma forestal certificado, según su nivel de selección o mejoramiento genético, conforme a la Norma Mexicana para la producción de germoplasma forestal certificado.
- Incluir en los conceptos de apoyo que otorga el gobierno federal a manera de subsidios, apoyos para el mantenimiento y manejo de las unidades productoras *ex situ* e *in situ*, bancos y centros de almacenamiento de germoplasma.
- Promover la coordinación de los distintos niveles de gobierno del país, para unificar y vincular esfuerzos para la conservación y fomento de los recursos genéticos forestales.
- Incrementar la impartición de talleres de capacitación a técnicos y productores de cada entidad federativa, para inducir el establecimiento y certificación de unidades productoras y centros de almacenamiento, conforme a la Norma Mexicana de germoplasma propuesta para autorización.

Capítulo 5 El estado de los programas, la investigación, la educación, la capacitación y la legislación en el país.

5.1. Instituciones que participan en la protección y fomento de los recursos genéticos forestales.

Las actividades de protección y fomento de los RGF en México son realizadas principalmente por las instancias públicas de la federación y de los gobiernos estatales. En menor medida participan las instituciones de investigación como el INIFAP y las universidades, que imparten carreras o postgrados relacionadas con los recursos forestales como se describen en el Cuadro 5.1.

Cuadro 5.1. Instancias participantes en la protección y fomento de los recursos genéticos forestales.

Instancia	Principales actividades que realiza	Nivel de participación
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	Normar y coordinar la política nacional para las actividades de protección, conservación y fomento de los recursos forestales.	Federal
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)	Control y vigilancia para el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Federal
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	Coordinar las acciones de conservación, protección y fomento de los ecosistemas forestales	Federal
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)	Administración, protección y fomento de las áreas naturales protegidas a nivel federal.	Federal
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)	Promover y coordinar las actividades para el conocimiento y conservación de la diversidad biológica. Operar el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB)	Federal
Instituto Nacional de Ecología (INE)	Generar y difundir conocimiento e información para apoyar la formulación de políticas ambientales que promuevan el desarrollo sustentable	Federal
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)	Desarrollo de proyectos de conservación, investigación y capacitación forestal	Federal
Gobiernos de las 32 entidades federativas	Administración, protección y fomento de las áreas naturales protegidas estatales	Estatal
Gobiernos de los estados de Chiapas, Durango, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla y Veracruz.	Desarrollo de proyectos para la conservación y producción de germoplasma forestal y su mejoramiento genético	Estatal
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Culiacán (CIAD), Sinaloa	Actividades de investigación y servicio relacionadas con los recursos forestales	Estatal
Colegio de Postgraduados	Actividades de enseñanza, investigación y servicio relacionadas con los recursos forestales	Regional
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Actividades de enseñanza, investigación y servicio relacionadas con los recursos forestales	Regional

Instancia	Principales actividades que realiza	Nivel de participación
Universidad Autónoma Chapingo	Actividades de enseñanza, investigación y servicio relacionadas con los recursos forestales	Regional
Universidad Autónoma de Chihuahua	Actividades de enseñanza, investigación y servicio relacionadas con los recursos forestales	Estatad
Universidad Autónoma de Nuevo León	Actividades de enseñanza, investigación y servicio relacionadas con los recursos forestales	Estatad
Universidad del Mar del Estado de Oaxaca	Actividades de enseñanza, investigación y servicio relacionadas con los recursos forestales	Estatad
Universidad Juárez del Estado de Durango	Actividades de enseñanza, investigación y servicio relacionadas con los recursos forestales	Estatad
Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo	Actividades de enseñanza, investigación y servicio relacionadas con los recursos forestales	Estatad
Universidad Nacional Autónoma de México	Actividades de enseñanza, investigación y servicio relacionadas con los recursos forestales	Regional
Universidad Veracruzana	Actividades de enseñanza, investigación y servicio relacionadas con los recursos forestales	Estatad

5.2. Programa nacional para los recursos genéticos forestales.

A la fecha, en México no ha existido un programa nacional específico para los RGF. Sin embargo, es preciso mencionar que en el 2004 se elaboró el Programa Nacional para el Manejo de los Recursos Genéticos Forestales (PNMRGF), el cual fue elaborado por diferentes actores involucrados en el manejo y conservación de los recursos genéticos forestales (instancias gubernamentales, educativas y de investigación, entre otras). En este programa se definieron cuatro líneas de acción a corto y mediano plazo: Conservación de Recursos Genéticos Forestales, Restauración de Ecosistemas Forestales, Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica y Educación y Capacitación

A pesar de ser un documento bien estructurado y básico para la conservación y fomento de los recursos genéticos forestales, no se le dio seguimiento ni presupuesto para operar, por lo que es preciso (además de generar un programa como éste) establecer un Sistema Nacional de Recursos Genéticos Forestales que se encargue de dar seguimiento y de operar las líneas de acción a corto, mediano y largo plazo.

Para el presente 2012, la CONAFOR tiene previsto promover la creación de las bases para el Sistema Nacional de Recursos Genéticos Forestales, con el fin de promover, integrar y difundir las acciones de conservación y fomento de los RGF que se realicen en el país, que permita servir de enlace entre las instancias públicas responsables, productores forestales, viveristas, comercializadores de germoplasma e investigadores.

5.3. Marco jurídico para las estrategias, planes y programas de recursos genéticos forestales.

México cuenta con el marco jurídico que permite elaborar planes y programas permanentes para el fomento de los RGF, establecidos en la legislación forestal.

Para este propósito la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece en su artículo 132 que...*“la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en coordinación con las dependencias y entidades de la administración pública federal, coordinará y promoverá el desarrollo de un sistema de mejoramiento genético forestal, con la evaluación y registro de progenitores, la creación de áreas y huertos semilleros, viveros forestales de especies maderables y no maderables, y bancos de germoplasma, auspiciando su operación por los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, así como por los propietarios y poseedores de terrenos forestales o los titulares de autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables, de forestación y plantaciones comerciales”.*

De manera complementaria, el Reglamento de esta ley establece en sus artículos 168 y 169, que...*“la CONAFOR coordinará y promoverá con los sectores públicos, social y privado interesados, las actividades de asesoría técnica necesarias para el establecimiento y operación de un sistema de mejoramiento genético forestal, con la evaluación y registro de progenitores, la creación de áreas y huertos semilleros, viveros forestales de especies maderables y no maderables, y bancos de germoplasma, y que la SEMARNAT expedirá las normas oficiales mexicanas para establecer bancos de germoplasma con fines de forestación y reforestación, así como de protección y conservación de los recursos genéticos forestales, fomentar el mejoramiento de su calidad mediante el establecimiento de unidades productoras de dicho recurso, con la participación de los interesados”.*

Por su parte, la Ley General de Vida Silvestre tiene como objetivo establecer la concurrencia del Gobierno federal, de los Gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat, excluyendo los recursos forestales maderables y no maderables, los cuales están regulados por la LGDFS, salvo que se traten de especies o poblaciones en riesgo.

Si bien existe el marco jurídico apropiado, y se han incrementado considerablemente las aportaciones federales y estatales para el fomento de los RGF, aun no se ha concretado un plan o programa específico para estos recursos, con carácter nacional y permanente.

5.4. Apoyo al programa nacional para los recursos genéticos forestales.

Para el período 2001-2011, se registró una inversión de 230.023 millones de pesos en proyectos y acciones de fomento de los RGF. Esta inversión es significativamente superior al de las décadas pasadas, siendo el gobierno federal y los gobiernos estatales las entidades principales que aportan (Cuadro 5.2). La información específica de los proyectos por instancia se incluye en el Anexo 11.

La mayor parte de los recursos aportados por la CONAFOR y los gobiernos estatales, se ha destinado a la creación de infraestructura de bancos y centros de almacenamiento de germoplasma, establecimiento de unidades productoras y capacitación a técnicos y productores.

Cuadro 5.2. Proyectos de conservación y fomento de los RGF 2001-2011.

Instancia que financia	Nº de proyectos	Total (\$)⁶
Colegio de Postgraduados	3	839,500
Comisión Forestal de Michoacán	5	8,791,610
CONABIO	47	18,275,370
CONAFOR	10	114,310,210
CONAFOR-CONACYT	31	12,209,700
Fundación Produce, A.C.	1	1,477,700
IFS international foundation for science	1	106,676
INIFAP	33	30,232,791
Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México	6	2,092,250
Secretaría de Desarrollo Rural del Edo. de Jalisco	4	217,500
Secretaría de Medio Ambiente y Rec. Naturales de Guerrero	2	12,000,000
Secretaría de Sustent. Amb. y Ord. Territorial de Puebla	6	6,054,240
Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural de Chiapas	6	15,822,370
Universidad Agraria Autónoma Antonio Narro	7	243,630
Universidad Autónoma de Nuevo León	6	7,350,000
TOTAL	168	230,023,547

En el caso de los recursos pertenecientes al INIFAP, CONABIO, CONAFOR-CONACYT, universidades y otros, se ha invertido principalmente en proyectos de investigación, establecimiento de ensayos y huertos.

5.5. Educación, investigación y capacitación.

A. Educación:

En México, existen 17 instituciones públicas de enseñanza e investigación que imparten licenciaturas y postgrados en los que se incluyen cursos o materias relacionados con los recursos genéticos forestales (Cuadro 5.2).

Cuadro 5.3. Instituciones de enseñanza que forman profesionistas con conocimientos sobre recursos genéticos forestales.

Institución	Nivel de especialización
Colegio de Postgraduados (Texcoco, Méx.)	Maestría y doctorado en Ciencias Forestales
Colegio de la Frontera Sur (San Cristóbal, Chis.)	Maestría en Manejo de Conservación de Recursos Naturales
Instituto Tecnológico de El Salto (Pueblo Nuevo, Dgo.)	Licenciatura Ingeniería Forestal
	Maestría Desarrollo Forestal Sustentable
Instituto Tecnológico de Perote (Perote, Ver.)	Licenciatura Ingeniería Forestal
Instituto Tecnológico Valle de Morelia (Morelia, Mich.)	Licenciatura Ingeniería Forestal
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (Irapuato, Gto.)	Licenciatura Ingeniería Forestal
Universidad Autónoma Agraria	Licenciatura y Maestría en Ingeniería Forestal

⁶ Información proporcionada por las instancias consultadas para la elaboración del presente informe

Institución	Nivel de especialización
Antonio Narro (Saltillo, Coah.)	Licenciatura en Tecnología de Semillas Forestales
Universidad Autónoma Chapingo (Texcoco, Méx.)	Licenciatura en Ingeniería Forestal
	Licenciatura en Ingeniería en Restauración Forestal
	Maestría en Ciencias Forestales
Universidad Autónoma de Chihuahua (Chihuahua, Chih.)	Licenciatura en Ingeniería Forestal
	Maestría en Ciencias en Desarrollo Forestal Sustentable
Universidad Autónoma de Nuevo León (Linares, N.L.)	Licenciatura en Ingeniería Forestal
	Maestría y Doctorado en Recursos Naturales
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (Tulancingo, Hgo.)	Licenciatura en Ingeniería forestal
Universidad Autónoma Indígena de México (El Fuerte, Sin.)	Licenciatura en Ingeniería Forestal Biotecnológica
	Licenciatura en Ingeniería Forestal Comunitaria
Universidad de Guadalajara (Zapopan, Jal.)	Licenciatura en Ingeniería de Recursos Naturales y Agropecuarios
	Licenciatura en Biología
	Licenciatura en Ingeniería Forestal
	Maestría en Ciencias en Ecofisiología y Recursos Genéticos
Universidad Juárez del Estado de Durango (Durango, Dgo.)	Ingeniería en Ciencias Forestales
	Ingeniería en Manejo Ambiental y Recursos Naturales
	Maestría en Ciencias Naturales
Universidad Nacional Autónoma de México (México, D.F.)	Licenciatura, Maestría y Doctorado en Biología y Ecología
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Morelia, Mich.)	Licenciatura Biología
	Postgrado en Recursos Naturales
Universidad Veracruzana (Xalapa, Ver.)	Licenciatura en Biología
	Maestría en Ciencias en Ecología Forestal

Si bien son varias las instituciones que forman profesionistas con conocimientos sobre RGF, los cursos impartidos son escasos o muy generales (Anexo 12). En algunas instituciones estos cursos se imparten como opcionales y aún no se consideran prioritarios en la currícula. En ocasiones se imparten cursos sobre recolección de germoplasma, producción de planta y reforestación o sobre marcadores genéticos o biotecnología, sin dar el enfoque apropiado de conservación y mejoramiento genético de los RGF.

Los estudiantes a nivel postgrado tienen un interés moderado en temas relacionados con los RGF, particularmente cuando se trata de ligarlos a aspectos productivos, como es el mejoramiento genético forestal. A nivel nacional, se estima un promedio solo tres egresados anualmente con una currícula sobre RGF.

Las materias que se imparten en los postgrados, están más orientadas a temas biotecnológicos o de conservación. Por ejemplo, se da preparación en aspectos biotecnológicos como cultivo de tejidos sin cursar materias relativas al mejoramiento genético, para comprender cuál es el papel del primero como una herramienta más en la propagación de genotipos selectos; o bien se enseña sobre marcadores moleculares sin ligar su aplicación a usos productivos.

A nivel de política nacional, aun no se ha establecido una estrategia nacional para satisfacer las necesidades de educación y capacitación sobre los RGF. A la fecha, la estrategia ha sido a nivel de cada institución o instancia, guiada principalmente por los pocos profesionistas o investigadores con conocimiento en el tema.

La demanda de profesionista con formación en RGF es moderada, pudiéndose ampliar si las empresas plantadoras y los gobiernos federal y estatales, establecieran programas avanzados de mejoramiento genético, considerando la contratación de especialistas en el tema, para contribuir a conservar y a mejorar la composición genética de los RGF.

B. Investigación:

De las instituciones antes mencionadas destacan por su participación en proyectos de investigación aplicada, el Colegio de Postgraduados, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Veracruzana (Cuadro 3.3)

El INIFAP tiene la mayor participación a nivel nacional en proyectos de investigación y mejoramiento genético de los RGF. Por su parte, la CONABIO, la CONAFOR y el CONACYT son las instancias con mayor participación en el financiamiento de estudios y proyectos de investigación (Cuadro 5.1).

Adicional a los investigadores que laboran en las instancias públicas y en las universidades, existen algunos investigadores que laboran en empresas, organizaciones de productores, organizaciones no gubernamentales o como prestadores de servicios profesionales que realizan proyectos de investigación relacionados con la conservación y el mejoramiento genético forestal. Se cuenta con un directorio de estos investigadores que en su momento podrán ser considerados en el Sistema Nacional de Recursos Genéticos Forestales que la CONAFOR tiene programado promover en el 2012 (Anexo 13).

C. Capacitación:

El estado de la capacitación en materia de RGF es incipiente. El personal técnico responsable de conducir los programas de manejo y los proyectos de producción de planta y reforestación, no cuentan con la capacitación apropiada para realizar proyectos avanzados de mejoramiento genético, ni de conservación de RGF.

Aun no se han establecido disposiciones normativas para que en los programas de manejo de los recursos forestales se identifiquen y conserven los individuos superiores, o que se establezcan unidades productoras con selección o mejoramiento genético para regenerar las áreas aprovechadas y utilizar el germoplasma para el establecimiento de unidades productoras *ex situ* y plantaciones comerciales.

Durante los últimos 10 años, la CONAFOR ha impartido o financiado cursos de capacitación a técnicos y productores, para actividades de recolección, beneficio y almacenamiento y análisis de semillas, manejo de centros y bancos de germoplasma forestal. Escasamente se han impartido cursos en mejoramiento genético de las especies forestales. Al igual que la CONAFOR, algunos gobiernos estatales también han participado en la capacitación de los técnicos y productores locales, entre los que se encuentran los estados de Durango, Chiapas, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Puebla, Oaxaca y Veracruz.

Para contribuir a la formación de los técnicos responsables de manejo de los recursos forestales y de los proyectos de reforestación, es necesario incluir en los talleres de capacitación temas complementarios como: Conocimientos básicos del mejoramiento genético forestal, Conservación de recursos genéticos, Diversidad genética, Establecimiento de unidades productoras, Manejo de germoplasma, Manejo de centros de almacenamiento y bancos, Identificación y selección de árboles superiores y Técnicas de propagación asexual de individuos superiores.

Finalmente, para contribuir al uso sostenible, la conservación y el mejoramiento de los RGF en México, se considera necesario entre otras, las siguientes acciones de educación y capacitación:

- Fortalecer la formación de los profesores a mayor nivel educativo y actualizarse en aspectos de RGF de manera continua.
- Generar nuevos programas de estudios y reforzar los existentes, incorporando temas básicos, tales como: Conocimientos básicos de genética, Genética de la Conservación, Conservación de Recursos Genéticos Forestales, Genética Poblacional y Cuantitativa, Manejo de Unidades Productoras y del Germoplasma, Técnicas de Propagación Asexual, Mejoramiento Genético Forestal, Biotecnología, Estudios sobre Marcadores Moleculares y su relación con la Genética Poblacional, y Genecología.
- De manera paralela, se debe incrementar la plantilla de profesores especialistas en RGF, así como la infraestructura de laboratorios, viveros y equipos para la investigación y capacitación de los estudiantes.

Promover el intercambio de experiencias y el uso de instalaciones entre las instituciones de enseñanza, para hacer más eficiente los recursos disponibles.

5.6. Oportunidades de educación y capacitación fuera del país.

En México no existen restricciones legales para que los estudiantes o profesionistas se capaciten o realicen estudios de postgrado en RGF en otros países.

El gobierno mexicano otorga becas para estudios de postgrado en instituciones de prestigio y estancias cortas (de 3 a 6 meses) en el extranjero, para estudiantes y profesionistas, preferentemente en países desarrollados. De manera complementaria, la COFAN ha apoyado a estudiantes mexicanos con cursos y estancias en Canadá y Estados Unidos de América a través de proyectos de investigación.

A pesar de que existen programas de becas para especializarse en el extranjero, las principales limitantes para incrementar la cantidad de especialistas en RGF continúan siendo el bajo nivel en el dominio del idioma de los países ofertantes y las insuficientes bases académicas en recursos forestales.

5.7. Legislación pertinente a los recursos genéticos forestales.

Durante la última década en México no se han registrado situaciones especiales que obstaculicen la expedición de leyes y normas pertinentes a los RGF.

Si bien no se cuenta con disposiciones legales específicas para los RGF, las leyes y normas forestales y ambientales vigentes que tienen relación con la conservación y fomento de estos recursos son las siguientes:

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988). Establece los requisitos y medidas que deben observarse, para prevenir y mitigar los impactos negativos al medio ambiente que se puedan ocasionar por el aprovechamiento de los recursos forestales.

Ley General de Vida Silvestre (2000). Establece los requisitos para la protección, restauración y aprovechamiento sustentable para las especies consideradas en categoría de riesgo, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2003). Establece los requisitos para el acceso, aprovechamiento, y recolección de germoplasma en bosques naturales y plantaciones con fines comerciales, científicos, y de restauración.

NOM-007-SEMARNAT-1997 (Revisada en 2003). Establece los procedimientos y especificaciones para el aprovechamiento sostenible, transporte y almacenamiento de frutos, semillas y partes vegetativas.

NOM-059-SEMARNAT (2010). Define las especies de flora y fauna silvestres catalogadas en cuatro categorías de riesgo: “en peligro de extinción”, “amenazadas”, “sujetas a protección especial” y “probablemente extinta en el medio silvestre”.

5.8. Acuerdos y convenios internacionales suscritos por México.

Para contribuir a la preservación y fomento de los recursos naturales, entre ellos los genéticos forestales, nuestro país ha suscrito los siguientes acuerdos y convenios internacionales:

Convenio sobre la Diversidad Biológica-CDB (ratificado por México en 1993). Tiene tres objetivos principales: 1) la conservación de la diversidad biológica, 2) el uso sostenible de sus componentes y 3) la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos;

Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio para la Diversidad Biológica (adoptado en Montreal el 29 de enero del año 2000 y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre del 2003). Este protocolo es uno de los acuerdos complementarios del CDB cuyo objetivo es garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y uso seguro de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna, que puedan tener efectos adversos para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos;

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). CITES es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos y ratificado por México en 1991. Tiene la misión de establecer las regulaciones que rigen el comercio internacional de especies de flora y fauna silvestres amenazadas y en peligro de extinción, en el cual, a partir del 2004 México a impulsado diversas

modificaciones a los apéndices a efecto de asegurar una mejor protección de los RGF afectados por el comercio internacional;

Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas – RAMSAR, que fomenta la conservación de los humedales y de las aves acuáticas, creando reservas naturales en ellos, tomando las medidas adecuadas para su custodia, basándose en su importancia internacional en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos;

Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América. Tiene por objeto la protección de las especies en vías de extinción y de las especies silvestres de América, preservando también formaciones geológicas espectaculares y los lugares de belleza extraordinaria, o de valor estético, histórico o científico;

Convenio Internacional para la protección de las obtenciones vegetales - UPOV – Acta 78 y 91, el cual obliga a las partes a reconocer y garantizar un derecho al obtentor de una variedad vegetal nueva o a su causahabiente en las condiciones que establece el convenio;

Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural. Establece un sistema eficaz de protección a todo aquello que tenga un valor universal excepcional desde el punto de vista científico, de conservación o de belleza natural;

Convenio Internacional de Protección Fitosanitaria. Establece las medidas sanitarias y fitosanitarias que rige a todas las partes;

Protocolo de Kyoto (vigente a partir del 2005). Derivado del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Comprende entre otros compromisos, acciones de forestación y reforestación, para revertir los procesos de deforestación y perturbación de los RGF;

El Protocolo de Nagoya. Adoptado en 2010, derivado del Convenio sobre Diversidad Biológica. Asegura la participación justa y equitativa de los beneficios y el acceso de los recursos genéticos (Art. 5 y 6) y el acceso a los conocimientos tradicionales asociados a los recursos genéticos beneficia a las comunidades indígenas y locales por el uso de sus conocimientos (Art. 7).

5.9. Obstáculos para elaborar leyes y reglamentos pertinentes a los recursos genéticos forestales.

En la última década no se han registrado situaciones especiales que obstaculicen la elaboración de leyes o reglamentos pertinentes a los RGF.

Con base en las respuestas recabadas de las instancias e investigadores convocados para la elaboración del presente Informe, para el corto plazo se consideran las siguientes necesidades, conforme al Cuadro 5.2.

Cuadro 5.4. Necesidades de instrumentos normativos en recursos genéticos forestales en México.

Necesidades	Nivel de prioridad			
	No Aplicable	Bajo	Moderado	Alto
Mejorar la legislación actual en RGF (facilitar recolectas científicas)			X	
Mejorar los requisitos de presentación de informes		X		
Considerar la posibilidad de sanciones por incumplimientos	X			
Crear regulaciones específicas para los RGF		X		
Mejorar la eficacia de los reglamentos en RGF		X		
Aumentar la cooperación entre autoridades nacionales frente a los RGF				X
Crear un Sistema Nacional de RGF				X

5.10. Sistemas de gestión de la información en apoyo al uso sostenible, el desarrollo y la conservación de los recursos genéticos forestales.

En México, las instancias federales y estatales que participan en proyectos de conservación y fomento de los RGF cuentan con archivos o bases de datos sobre los proyectos que realizan o apoyan. Sin embargo, aún no se cuenta con un sistema que permita integrar la información a nivel nacional, y que esté disponible para la población en general.

De las instancias federales que cuentan con mayor información sobre los RGF, destacan la CONAFOR, que cuenta con información de la mayor parte de las unidades productoras *in situ*, centros de almacenamiento y bancos de germoplasma; la CONANP que cuenta con información de los programas de manejos y acciones de protección y fomento realizadas en las áreas naturales protegidas federales, y la CONABIO, que cuenta con las bases de datos biogeográficos más completas de las especies de flora y fauna a nivel nacional y en particular, de las especies forestales estratégicas para nuestro país, integradas en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad en México (CONABIO, 2102a) incluyendo información de los productos que de ellas se obtienen para usos industriales, alimenticios, medicinales, forrajeros, melíferos, artesanales, construcción de viviendas, mangos para herramientas y leña para combustible. De las instancias de investigación y enseñanza, el INIFAP, el Colegio de Postgraduados, la Universidad de San Nicolás de Hidalgo, la Universidad Veracruzana y la Universidad Autónoma Antonio Narro son las instancias que más cuentan con archivos de los trabajos de investigación que realizan relativos a los RGF.

La promoción que realiza la CONAFOR para crear las bases del Sistema Nacional de Recursos Genéticos Forestales, contribuirá de manera significativa a la integración nacional de las bases de datos y archivos de las especies, estudios, proyectos relacionados con los RGF, para impulsar su uso sostenible, conservación y fomento.

5.11. Sensibilidad sobre la importancia de los recursos genéticos forestales.

En México no existen programas de sensibilización específica para la conservación y fomento de los RGF. Las instancias federales y los gobiernos estatales incluyen en sus

programas de protección y fomento forestal, algunas acciones de difusión para mejorar la conciencia de la importancia de los recursos forestales entre la población.

Las acciones de difusión se centran principalmente en informar a la población sobre los múltiples beneficios que se obtienen de los bosques y selvas, así como de los daños que causan los incendios forestales, la tala clandestina, las plagas y los cambios de uso del suelo.

Para contribuir a la sensibilización ambiental de la población, en México se celebra anualmente el Día de Árbol (tercer jueves del mes de julio) y el Día del Medio Ambiente (5 de junio), durante los cuales se celebran eventos de reforestación y difusión en todas las entidades federativas, con la participación de las autoridades federales, estatales y municipales.

De forma relevante, la CONAFOR organiza anualmente la Expo-Forestal, evento de carácter nacional en el que participan productores, industriales, proveedores de insumos, prestadores de servicios, instituciones de enseñanza e investigación, dependencias federales y estatales, así como invitados especiales de otros países. Estos eventos se promocionan ampliamente en las ciudades sede, logrando una asistencia significativa de población del lugar, y del resto de las entidades federativas.

De manera específica para capacitación y sensibilización de los productores y técnicos, durante el período 2007- 2011 la CONAFOR ha impartido diversos cursos de capacitación y distribuido manuales técnicos básicos sobre los RGF (Cuadro 5.3).

Cuadro 5.5. Material impreso y cursos impartidos en todas las entidades.

Título	Presentación
Manual de Zonificación Ecológica de Especies Forestales y Aplicación de Modelos de Simulación del Efecto del Cambio Climático.	Manual técnico
Manual para la Identificación y Establecimiento de Unidades Productoras de Germoplasma Forestal.	Manual técnico
Uso y Conservación de Recursos Genéticos Forestales.	libro
Manejo de Recursos Genéticos Forestales.	libro
Video Germoplasma Forestal.	1 CD
Manejo de Recursos Genéticos Forestales.	1 Curso
Manejo de Bancos de Germoplasma Forestal.	1 Curso
Mejoramiento Genético Forestal.	1 Curso
Análisis de Calidad de las Semillas.	4 Cursos
Recolección de Germoplasma.	4 Cursos
Zonificación Ecológica de Especies Forestales Prioritarias y Establecimiento de Unidades Productoras de Germoplasma Forestal (UPGF).	6 Curso-Taller
Manejo de Germoplasma Forestal (Clima Semiárido, Templado y Tropical).	3 Cursos
Reunión Nacional de Expertos en el Manejo y Conservación de Recursos Genéticos Forestales.	1 Reunión

Con base en las respuestas de las instancias e investigadores consultados para elaborar el presente Informe, se identificaron e integraron necesidades de sensibilización para el corto plazo (Cuadro 5.4).

Cuadro 5.6. Necesidades de sensibilización específica de los recursos genéticos forestales en México.

Necesidades	Nivel de prioridad			
	No aplicable	Bajo	Moderado	Alto
Preparar información dirigida a recursos genéticos Forestales				X
Preparar estrategias de comunicación enfocadas a recursos genéticos forestales			X	
Mejorar el acceso a la información en recursos genéticos forestales				X
Mejorar la formación y la educación en recursos genéticos forestales				X
Mejorar la comprensión de los beneficios y valores de los RGF				X
Otros: Establecer estrategias que aseguren o aumenten la comprensión de la importancia de los recursos genéticos*				X
Otros: Involucrar más a la distintas unidades administrativas en el desarrollo de las actividades de cultura forestal				X
Otros: Desarrollar e implementar un sistema de monitoreo y evaluación del impacto social			X	

*Asegurar una estrategia de comprensión y aceptación de la importancia de los RGF, mejora la valía de los beneficios que estos otorgan a la población

5.12. Desafíos, las necesidades y las prioridades principales en México para mantener o fortalecer un programa nacional para los recursos genéticos forestales en los próximos 10 años.

- a) Promover y operar el Sistema Nacional de Recursos Genéticos Forestales, con subsistemas o redes operativas para educación y capacitación, investigación, unidades productoras, centros de almacenamiento y bancos de germoplasma.
- b) Promoción y suscripción de convenios estatales para la promoción y fomento de los RGF.
- c) Promover la emisión de lineamientos normativos y políticas que permitan identificar y conservar los individuos forestales superiores, de los predios con programas de manejo forestal, para mejorar la calidad de las nuevas poblaciones naturales y para aprovechar el germoplasma de estos individuos, para el establecimiento de ensayos y huertos *ex situ*.
- d) Establecer políticas de apoyo para los proyectos de conservación e investigación que consideren las siguientes prioridades:
 1. Evaluación de la estructura y diversidad genética, de las especies forestales prioritarias.
 2. Mejoramiento genético de especies forestales: ensayos de genotipos y selección y manejo de genotipos sobresalientes. Ingeniería genética para la incorporación de características deseables.
 3. Zonificación con enfoque genecológico de las unidades productoras de germoplasma (UPG), considerando el cambio climático.
 4. Vulnerabilidad y adaptación al cambio ambiental.
 5. Aspectos básicos como la biología reproductiva, fenología, métodos de propagación asexual, incluidos protocolos a través del cultivo de tejidos

para la propagación masiva y la conservación de especies en peligro o con problemas en la producción de semilla.

6. Ampliar las líneas de investigación, para las especies cuyo valor radica en la obtención de productos no maderables como: resinas, aceites, fibras, frutos, alimentos, medicinas, así como de las especies con aptitud para restauración de suelos perturbados, depósitos de basureros y residuos de minas.
7. Sensibilidad y adaptación de especies forestales al ataque de plagas exóticas.

Capítulo 6 Situación de la colaboración regional e internacional.

6.1. Redes temáticas sobre recursos genéticos forestales.

En los últimos 10 años México ha participado en redes temáticas sobre RGF; mayormente en las siguientes redes: Comisión de América del Norte (COFAN de la FAO), LAFORGEN (Red de Recursos Genéticos Forestales para Latinoamérica), Red de Recursos Genéticos Forestales –FAO (REGENFOR) y en BIOVERSITY. Los beneficios obtenidos de estas redes han sido esencialmente capacitación a técnicos de nivel superior, aunque en algunos casos se han realizado colaboraciones para investigaciones periféricas o proyectos de investigación. Por mencionar un ejemplo, en el grupo de trabajo sobre Recursos Genéticos Forestales de la Comisión de América del Norte (COFAN) se han elaborado manuales técnicos: Uso y conservación de recursos genéticos forestales y Manejo de recursos genéticos forestales, donde se describen aspectos básicos de conservación de recursos genéticos, el manejo, la evaluación y uso del germoplasma, el análisis de la estructura genética en poblaciones de árboles forestales, la zonificación y transferencia de germoplasma, los diseños genéticos y métodos estadísticos de evaluación de ensayos, aplicación de la reproducción *in vitro*.

Por parte del gobierno, en 1997 se estableció la Red Mexicana de Germoplasma Forestal (REMGEFOR), la cual tuvo como objetivo fomentar el incremento de la calidad genética del germoplasma que se utilice en la propagación de plantas para la reforestación y coadyuvar en la conservación de los recursos forestales del país. La función principal de esta red fue la coordinación de acciones con las instancias públicas, privadas y sociales que recolecten, produzcan, almacenen, utilicen y comercialicen germoplasma forestal con fines de propagación; asimismo, fungir como vínculo de información para todos los miembros afiliados al sistema de la REMGEFOR. Posteriormente la red dejó de operar como tal. Actualmente en la Subgerencia de Germoplasma Forestal, Gerencia de Reforestación de CONAFOR, se cuenta con una Red de Bancos de Germoplasma Forestal (SINBAG) que incluye 18 bancos y una Red de Unidades Productoras de Germoplasma Forestal evaluadas y localizadas por la CONAFOR (210).

6.2. Necesidades y prioridades para crear o fortalecer redes nacionales e internacionales para los recursos genéticos forestales.

- Conocer y sistematizar el esfuerzo conjunto de grupos de investigación y definir líneas de acción.
- Crear y fortalecer redes de trabajo nacionales, en la región América del Norte y con Centroamérica, y a otros niveles internacionales.
- Búsqueda de financiamiento para operación de redes de trabajo en RGF.
- Fortalecer la participación con la COFAN, LAFORGEN, IUFRO (sección Latinoamérica) y universidades del sur de Estados Unidos de América y Canadá, pero sobre todo con Latinoamérica para fomentar la conservación de especies tropicales prioritarias. En particular se recomienda que la Delegación Mexicana compuesta por tres investigadores, participe en todas las reuniones de trabajo, tanto nacionales como internacionales.

- Fortalecer la relación con CAMCORE, para obtener germoplasma mejorado de las especies mexicanas, con el fin de establecer ensayos de progenie y huertos semilleros.

El grupo de trabajo sobre Recursos Genéticos Forestales de la Comisión de América del Norte (COFAN) es el que ha tenido más éxito para la conservación de los RGF de la región. En él colabora México con Estados Unidos de América y Canadá, y se han establecido actividades de capacitación tanto en formación de recursos humanos, como de asesoría para proyectos de investigación y publicaciones generadas (Anexo 14), así como el intercambio de experiencias entre los tres países. La cooperativa CAMCORE ha apoyado algunos proyectos de investigación básicamente en pinos mexicanos (Cuadro 6.1) y en formación de recursos humanos, aunque el beneficio ha sido mayor para esta cooperativa. Actualmente el INIFAP es socio de CAMCORE. De manera específica se ha colaborado con el Centro Agronómico Tropical de Agricultura y Enseñanza (CATIE) en intercambio de semillas de especies tropicales, particularmente en *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Tectona grandis* y *Gmelina arborea*.

Cuadro 6.1. Resumen de las principales actividades llevadas a cabo a través de las redes en diversas especies y sus productos.

Nombre de la red	Actividades	* Especies involucradas
COFAN	1, 2, 3, 4, 7	<i>Picea chihuahuana</i>
COFAN	1, 2, 3, 4, 7	<i>Picea engelmannii</i>
COFAN	1, 2, 3, 4, 7	<i>Picea martinezii</i>
COFAN	1, 2, 3, 4, 7	<i>Pinus pseudostrobus</i>
COFAN	1, 2, 3, 4, 7	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
COFAN	1, 2, 3, 4, 7	<i>Pinus patula</i>
COFAN	1, 2, 3, 4, 7	<i>Pinus oocarpa</i>
COFAN-U de California	1, 2, 3, 4, 7	<i>Pinus coulteri</i>
LAFORGEN	1,2 , 3, 4,MAPFORGEN	<i>Pinus rzedowski</i>
USDA Forest Service	1,2,3,6	<i>Pinus pseudostrobus</i>
UC MEXUS	1, 2, 3, 4	<i>Pinus radiata</i> var. <i>binata</i>
UC MEXUS	1, 2, 3, 4	<i>Cupressus guadalupensis</i>
UC MEXUS	1, 2, 3, 4	<i>Quercus tomentella</i>
CAMCORE	1, 5	<i>Pinus patula</i>
CAMCORE	1, 5	<i>Pinus greggii</i> var. <i>australis</i> y <i>greggii</i>
CAMCORE	1, 5	<i>Pinus herrerae</i>
CAMCORE	1, 5	<i>Pinus pringlei</i>
CAMCORE	1, 5	<i>Pinus tecunumanii</i>
CAMCORE	1, 5	<i>Pinus jaliscana</i>
CAMCORE	1, 5	<i>Pinus maximartinezii</i>
CAMCORE	1, 5	<i>Pinus caribaea</i>
CAMCORE	1, 5	<i>Pinus chiapensis</i>
DANIDA	2, 5	<i>Tectona grandis</i>
DANIDA	2, 5	<i>Gmelina arborea</i>
Instituto Forestal de Oxford	5	<i>Gliricidia sepium</i>
CAMCORE	1, 5	<i>Pinus maximinoi</i>

Nombre de la red	Actividades	* Especies involucradas
CAMCORE	1, 2, 5, 7	<i>Eucalyptus urophylla</i>
CATIE	1, 5	<i>Cedrela odorata</i>
CATIE	5	<i>Swietenia macrophylla</i>
CATIE	5	<i>Gmelina arborea</i>
CATIE	5	<i>Tectona grandis</i>
CSIRO-Australia	1, 5, 4, 6	<i>Pinus radiata</i>
Red Alfa (Europa-México)	1, 2,6,7	<i>Pinus patula</i>

* Ejemplos de actividades: 1 Intercambios de información | 2 Desarrollo de directrices técnicas | 3 Desarrollo de bases de datos compartidas | 4 Establecimiento de estrategias de conservación genética | 5 Intercambio de germoplasma | 6 Elaboración, presentación y ejecución de proyectos conjuntos de investigación | 7 Formación de recursos humanos.

Como parte de la colaboración entre “International Bioversity” y el Centro de Investigación Forestal del Instituto Nacional de España para la Agricultura y Tecnología de Alimentos (CIFOR-INIA), con el apoyo de fondos del INIA, fue creado LAFORGEN para vincular a expertos de diferentes institutos de investigación en América Latina que trabajan en el campo de los recursos genéticos, entre ellos los forestales. México ha participado como miembro del Comité Coordinador. Como un proyecto de la Red se creó MAPFORGEN, que es una base de datos a la que puede tenerse acceso desde “Google Earth” para ubicar 100 de las principales especies forestales utilizadas en América Latina (por el momento), cualquier persona puede participar en esta red, proporcionando y obteniendo información de datos de ubicación e información genética.

A través de LAFORGEN se han obtenido recursos para apoyar proyectos de corto plazo que permiten la colaboración entre miembros de la Red. Esta red ha participado activamente en la elaboración de los lineamientos para el Informe Mundial sobre los Recursos Genéticos Forestales que prepara la FAO, estando México presente en al menos tres reuniones (Costa Rica, Ecuador y Colombia), las dos primeras, reuniones de la Red y la tercera fue un curso con los Puntos Focales de los distintos países.

6.3. Otras organizaciones y los principales resultados de esos programas.

En el sur del país opera el “Corredor Biológico Mesoamericano-México”, que inició en 2002 como un proyecto con financiamiento internacional (GEF-BM) vinculado a un esfuerzo de 7 países centroamericanos para unir mediante un “Corredor Biológico Mesoamericano” ecosistemas naturales al tiempo de preservar entre el 10 y el 15% de las especies de plantas y animales conocidas, y propiciar mejores oportunidades y calidad de vida para sus pobladores.

El financiamiento concluyó en 2009, pero se decidió mantenerlo dentro de la CONABIO con presupuesto federal al considerarse como una política pública útil para favorecer la alineación de inversiones de diversos sectores en el territorio para el mantenimiento de la biodiversidad, la promoción de buenas prácticas de manejo de los recursos y la adaptación de comunidades locales a los impactos negativos del cambio climático. Este proyecto se desarrolla mediante cuatro ejes estratégicos:

1. Gestión de políticas públicas territoriales;
2. Uso, manejo y restauración de la biodiversidad;
3. Monitoreo y evaluación; y

4. Fortalecimiento institucional.

Los corredores biológicos se encuentran en los estados de Campeche, Chiapas, Yucatán, Quintana Roo y Tabasco, y conectan en total 26 ANP federales, estatales y privadas.

Otros ejemplos de colaboración:

- En un programa de cooperación entre Canadá y México para implementar y difundir prácticas para el manejo forestal sostenible, se han establecido dos “Bosques Modelo” en México. La zona de estudio seleccionada pertenece a uno de los dos sitios, que se integran como Red de Bosques Modelo, los cuales están ubicados en el estado de Chihuahua (Bosque Modelo Chihuahua), en Campeche (Bosque Modelo Campeche) También existe un programa de cooperación bilateral similar entre EUA y México, en donde participan especialistas del Servicio Forestal de ambos países. Se han fijado algunas metas para mantener la diversidad genética en el manejo forestal sostenible; sin embargo no se han realizado los análisis genéticos apropiados para demostrar la sustentabilidad de dicho manejo.
- CAMCORE–socios: INIFAP, Gobierno de Veracruz, y dos empresas privadas (FOMEX y Sta. Genoveva) han colaborado parcialmente en investigaciones. Particularmente esta última organización ha efectuado amplias recolectas de germoplasma de diversas especies forestales, mayormente de *Pinus*. CAMCORE ha participado asesorando el establecimiento de ensayo de especies, procedencia y progenies particularmente con la Universidad Veracruzana, y en ensayos con material mejorado de *Pinus patula* y *Pinus maximinoi* con el Colegio de Postgraduados.
- Colaboración CP-Comunidad Europea. Red Alfa, se realizó un entrenamiento a un docente sobre características de la madera de árboles selectos de *Pinus patula*.
- Colaboración específica con proyectos entre instituciones de California, U.S.A. como la Universidad de California (programa UC MEXUS), con diversas instituciones de investigación mexicanas, se trabajaron aspectos sobre la conservación de *Pinus radiata* var. *binata*, *Cupressus guadalupensis* y *Quercus tomentella*, taxa endémicas de la Isla Guadalupe; y estudios sobre variación genética en pinos de Baja California.
- Existe el convenio Placerville (Dr. Thomas Ledig) con la UAAAN y COLPOS, sobre proyectos de recolecta y estudios de variabilidad genética de las tres especies mexicana de *Picea*, todas en peligro de extinción, y actualmente en *Pinus coulteri*. Además en esta relación se ha capacitado a varios investigadores mexicanos, particularmente en estudios de diversidad genética.
- Con la COFAN se han tenido varias experiencias de capacitación a nivel técnico y nivel superior, profesores e investigadores de Estados Unidos han venido en varias ocasiones a dar conferencias en simposios, congresos o eventos específicos de divulgación de uno o dos días, además de realizar recorridos de campo para intercambio de ideas sobre conservación de RGF, aprovechando las reuniones del Grupo de Trabajo en Recursos Genéticos, que cuando han sido en México, han participado técnicos de la CONAFOR, incentivándose los trabajos en los RGF en México, con la participación particular de las Dra. Judy Loo y Dra. Tannis Beardmore en cursos de actualización, postgrado y entrenamiento (capacitación), y formación de recursos humanos. Producto de esas reuniones se tienen manuales o memorias de los eventos

realizados (antes indicados), con capítulos que giran desde colecta de germoplasma, hasta estrategias de conservación de recursos genéticos. Con este grupo de trabajo se han realizado de manera conjunta investigaciones en aspectos de conservación en especies como *Picea chihuahuana*, *Picea engelmannii* var. *mexicana*, *Picea martinezii*, *Pinus pinceana*, *Pinus coulteri*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus oocarpa*, y *Pseudotsuga menziesii*, y propuestas sobre migración asistida de especies forestales ante el cambio climático, que de manera particular se han hecho con Jerry Rehfeldt del USDA Forest Service.

- Con la sección de semillas, fisiología y tecnología (Seed Physiology and Technology) de la IUFRO se ha obtenido apoyo para la participación de una reunión internacional de semillas, celebrada en Taiwán en el año 2010, con la presentación de un informe de biodiversidad y avances en la conservación de recursos genéticos mexicanos y particularidad de ciertas especies con problemas de germinación y almacenamiento.
- En el marco del programa sobre recursos genéticos forestales de la FAO, existen algunas actividades que incluyen a nuestro país, tal como la evaluación de los ensayos de campo en zonas áridas y semiáridas de especies de los géneros *Acacia* y *Prosopis*, y la propuesta para la creación de una red de recursos genéticos de caoba en los neotrópicos, la cual se basa en un informe realizado por F. Patiño en 1997. Sin embargo, ninguna de las dos actividades es reciente.

6.4. Necesidades y prioridades de México para la futura colaboración internacional.

Necesidades

- Establecer un Sistema Nacional sobre RGF que sea funcional, de carácter Nacional.
- Establecer y/o fortalecer los vínculos con redes internacionales.
- Obtener financiamiento de fuentes internacionales para fortalecer y promover las actividades de conservación y mejoramiento genético forestal.
- Capacitar a todos los niveles (especificar temas y áreas) señalando los aspectos básicos requeridos, tales como marcadores moleculares, código de barras para clasificación de especies (se cita en otros RG), con fines de estandarización y definición de especies, lo que es importante para los trabajos de recolecta y almacenamiento de accesiones para el Centro Nacional de Germoplasma, Subsistema Forestal.

Prioridades

- Desarrollo de bases de datos sobre RGF
- Formar recursos humanos (capacitación y desarrollo en el tema)
- Establecer un grupo de trabajo para definir estrategias a corto, mediano y largo plazo de los recursos humanos, materiales y financieros que atiendan los puntos arriba mencionados. Se recomienda que este grupo deberá conformarse con base en los asistentes a las reuniones para elaborar el informe FAO y de un grupo de investigadores que desean colaborar (Anexo 10).

- Revisar, actualizar y aplicar el Programa Recursos Genéticos Forestales, (CONAFOR, 2004) por todos los actores involucrados en el manejo y conservación de los RGF.

Cuadro 6.2. Necesidades de colaboración internacional para los recursos genéticos forestales.

Necesidades	Nivel de prioridad			
	No aplicable	Bajo	Moderado	Alto
Entender el estado de la diversidad genética				X
Fortalecer las trabajos de conservación <i>in-situ</i>		X		
Fortalecer las trabajos de conservación <i>ex-situ</i>				X
Fortalecer el uso de los recursos genéticos forestales			X	
Fortalecer la investigación				X
Fortalecer la educación y la capacitación				X
Fortalecer la legislación			X	
Fortalecer el manejo de la información y los sistemas de alerta temprana para los recursos genéticos forestales.			X	
Fortalecer la conciencia pública			X	
Fortalecer la investigación del impacto del cambio climático en los RGF				X

Capítulo 7 Acceso a los recursos genéticos forestales y beneficios.

7.1. Acceso a los recursos genéticos forestales en México.

Los RGF tienen un gran potencial para generar beneficios económicos, ambientales y sociales a través de su aprovechamiento sustentable y conservación; y a pesar de que estos beneficios no han sido reconocidos como los obtenidos de otros productos forestales, han contribuido a motivar a las autoridades de nuestro país para promover la emisión de instrumentos jurídicos y normativos, así como suscribir acuerdos internacionales para regular el acceso y fomento de los recursos genéticos forestales, reconociendo en todo momento la titularidad de sus propietarios y evitar así la biopiratería de los RGF.

Por lo anterior, se han suscrito 10 acuerdos a nivel internacional, mismos que se describen en el inciso 5.9 del presente informe; mientras que a nivel nacional, se han emitido 3 leyes y 2 normas oficiales mexicanas, las cuales regulan el acceso y distribución de los beneficios del uso de los RGF, y que se describen en el inciso 5.8 del presente informe.

De manera específica la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, promueve el aprovechamiento de los recursos forestales de manera sostenible, de tal forma que los beneficios económicos y sociales derivados de su uso y aprovechamiento estén enmarcados en una visión de largo plazo y garantizados para las generaciones futuras.

Además, esta ley contempla la emisión de normas oficiales mexicanas, en donde se establecen los requisitos y especificaciones para el aprovechamiento de los recursos forestales; considerando el bienestar de la población, la conservación, protección, producción, aprovechamiento o restauración de éstos y de sus ecosistemas. Así mismo, considera el tema de la distribución de beneficios obtenidos en los apartados que involucran los aspectos de silvicultura comunitaria.

Bajo este marco normativo, la recolección y el almacenamiento del germoplasma forestal se deben realizar al amparo de autorizaciones que emite la SEMARNAT; y su transporte se realiza con la documentación forestal emitida por esta secretaría y/o con facturas y remisiones emitidas por los titulares de los aprovechamientos.

Referente a las autorizaciones para el aprovechamiento del germoplasma forestal, éstas se otorgan a los titulares de los predios o a terceros, previo consentimiento por escrito de los propietarios o poseedores, motivo de la recolección; reconociendo en su caso, los derechos de las comunidades indígenas a la propiedad, conocimiento y uso de las variedades locales.

De manera complementaria a los instrumentos jurídicos antes mencionados, en el 2005 el Senado aprobó una Iniciativa de Ley Federal de Acceso y Aprovechamiento de los Recursos Genéticos, que posteriormente fue remitida a la Cámara de Diputados para su discusión y en su caso, aprobación, habiéndose turnado a las Comisiones de Salud y de Medio Ambiente, y que a la fecha continúa pendiente. Con esta ley se pretende mejorar el acceso, uso, aprovechamiento, conservación y protección de los recursos genéticos, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su comercialización,

además de que establece los términos para otorgar los beneficios mínimos que estas actividades deben aportar a la nación y a las comunidades indígenas y locales.

Aunado a esto, es preciso mencionar que la SEMARNAT ha estado trabajando en la identificación, análisis y desarrollo de medidas legislativas para cumplir y aprovechar a cabalidad las disposiciones del Protocolo de Nagoya y demás acuerdos internacionales.

De esta manera y derivado del presente informe, se sugiere contemplar una normatividad más específica para el acceso a los recursos genéticos y reparto de beneficios derivados de su utilización, considerando a su vez los aspectos fundamentales como la salvaguarda de los recursos genéticos *per se*, y a los recursos genéticos vinculados con el conocimiento tradicional.

7.2. Acceso a los recursos genéticos forestales situados fuera del país.

El intercambio o adquisición de germoplasma forestal con otros países no está restringido en nuestro país, siempre que se dé cumplimiento a las disposiciones establecidas en las legislaciones forestal, ambiental y sanitaria vigentes. Los intercambios registrados a la fecha se han realizado principalmente por parte de las instituciones de enseñanza e investigación y empresas privadas, con el fin de establecer ensayos y plantaciones forestales comerciales con germoplasma de calidad genética superior (Cuadro 7.1).

Cuadro 7.1. Intercambio de germoplasma realizado en los últimos 10 años con otros países.

Instancia internacional	Instancia local
Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centro América y México (CAMCORE)	Universidad Veracruzana; Gobierno del Estado de Veracruz; Programa Forestal del Colegio de Postgraduados (CP); Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Principales especies intercambiadas: <i>Pinus chiapensis</i> , <i>Pinus oocarpa</i> , <i>Pinus maximinoii</i> , <i>Pinus tecunumanii</i> , <i>Pinus patula</i> , <i>Pinus greggii</i> , <i>Pinus caribaea</i> y <i>Pinus oocarpa</i> .
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)	Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Adquisición de germoplasma para apoyar a beneficiarios de proyectos para plantaciones forestales comerciales. Especies adquiridas: <i>Cedrela odorata</i> , <i>Swietenia macrophylla</i> , <i>Tectona grandis</i> y <i>Gmelina arborea</i> .
Empresas privadas	Empresas que realizan plantaciones comerciales tropicales Especies adquiridas: <i>Swietenia macrophylla</i> , <i>Tectona grandis</i> , <i>Gmelina arborea</i> , <i>Eucalyptus urophylla</i> , <i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Eucalyptus globulus</i> , <i>Toona ciliata</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Acacia mangium</i> , <i>Azadirachta indica</i> .
Universidad de California (UC MEXUS) Departamento de Industria de Ciencia y Recurso de Australia. Programa de Conservación de Recursos Genéticos de la Universidad de California. Organización para la Investigación Científica e Industria (CSIRO)	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) Instituto Nacional de Ecología (INE) Colegio de Postgraduados (CP) Intercambio de semilla de <i>Pinus radiata</i> .

A pesar de los intercambios de germoplasma mencionados, en México aún no se ha establecido una política o proyecto nacional que integre y fomente el intercambio de germoplasma y experiencias, por lo cual, no existe un registro nacional del número de accesiones que se han intercambiado con otros países; solamente se tiene control de las autorizaciones de importación, provenientes principalmente de: Argentina, Australia, Belice, Brasil, Colombia, Chile, Costa Rica, Haití, República Centroafricana y Sudáfrica, conforme a los registros de autorizaciones de importación y exportación de germoplasma que dispone la SEMARNAT.

Cabe resaltar que otro de los objetivos del CNRG es establecer acuerdos y tratados nacionales e internacionales con otros centros con objetivos similares, instituciones de enseñanza y de investigación para el intercambio de los recursos genéticos, lo cual permitirá tener un mejor control y registro del acceso de éstos dentro y fuera del país.

7.3. Distribución de beneficios derivados del uso de los RGF.

En la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable vigente, no existen obstáculos para lograr la distribución justa de beneficios derivados del uso del germoplasma forestal a favor de los dueños y poseedores de los predios forestales y de predios con plantaciones comerciales o de restauración, ya que la Ley los privilegia otorgándoles autorizaciones de recolección del germoplasma; sin embargo, no siempre cuentan con la infraestructura y recursos para realizar su recolección y almacenamiento, mucho menos para realizar proyectos de mejoramiento genético, por lo que se ven en la necesidad de ceder sus derechos a terceros, lo cual repercute en la disminución de los ingresos obtenidos por el aprovechamiento de sus recursos genéticos forestales.

Adicionalmente, esta ley prevé que las dependencias y organismos públicos encargados de su aplicación (SEMARNAT) y de fomentar la actividad forestal (CONAFOR), apoyen con recursos económicos (vía subsidios) y asistencia técnica, a los productores forestales en coordinación con los gobiernos locales (estatales y municipales) y otras dependencias federales relacionadas con el sector forestal, para el establecimiento de unidades productoras, mejoramiento genético; entre otras actividades, además de la instalación y operación de bancos y centros de almacenamiento de germoplasma forestal.

Por otra parte, actualmente en México se carece de información estadística de los ingresos generados por el aprovechamiento de germoplasma forestal; por lo que se presenta a continuación un ejemplo, que permite estimar el ingreso anual generado por el germoplasma recolectado para la producción de planta dirigida a trabajos de conservación y restauración a cargo del gobierno federal: durante el 2011 se produjeron 230 millones de plantas, para lo cual se emplearon en promedio 23 toneladas de semillas, considerando un costo promedio de \$ 1,000 por kilogramo de semilla, se obtiene una derrama económica de \$ 23 millones, solo en este ejemplo. Cabe señalar que, gran parte del costo de la semilla se invierte en el pago de jornales empleado en la recolección y beneficio del germoplasma; por lo que además se fomenta una fuente alternativa de empleo, adicional a las que generan los aprovechamientos forestales tradicionales.

Finalmente, es preciso mencionar que, durante los últimos 10 años, el gobierno federal por conducto de la CONAFOR y algunos gobiernos estatales, han canalizado apoyos

económicos y asistencia técnica en forma creciente al sector forestal, apoyando en lo particular proyectos de recolección de germoplasma, establecimiento de UPGF, la instalación y operación de bancos de germoplasma y centros de acopio. Sin embargo, aun es necesario trabajar en muchos temas relacionados para mejorar la distribución de beneficios derivados del uso de los RGF y a su vez, fomentar su conservación.

7.4. Prioridades para mejorar el acceso y beneficio del uso de los RGF.

A continuación se mencionan las prioridades para poder mejorar el acceso y aumentar los beneficios obtenidos por el aprovechamiento de los RGF.

- Promover la creación del Sistema Nacional de Recursos Genéticos Forestales, para integrar y fomentar las acciones de mejoramiento genético a nivel nacional, así como para servir de enlace en el intercambio entre los productores nacionales y con redes de otros países.
- Establecer mecanismos que aseguren que la planta que se contrata anualmente para abastecer los programas gubernamentales de reforestación, sea producida de acuerdo con las disposiciones sobre recolección, transporte y almacenamiento del germoplasma forestal previstos en la legislación forestal, para poder asegurar la certeza de la procedencia del mismo.
- Gestionar la autorización de la Norma Mexicana para el establecimiento de unidades productoras y manejo de germoplasma forestal, con el fin de mejorar la calidad y productividad de las futuras plantaciones.
- Establecer pagos diferenciados por la planta producida con germoplasma forestal certificado, según su nivel de selección o mejoramiento genético.
- Incrementar los apoyos económicos a los productores para el establecimiento, registro y manejo de unidades productoras de germoplasma forestal.
- Realizar promoción a los asesores técnicos y los dueños del recurso, de los beneficios que se obtienen del uso y aprovechamiento del germoplasma forestal.
- Privilegiar a los productores forestales que se rigen bajo la legislación vigente y que cuentan con bancos o centros de almacenamiento, con la compra de su germoplasma, fomentando de esta manera, el desarrollo del mercado de germoplasma forestal con selección genotípica y/o fenotípica.
- Ratificar el protocolo de Nagoya y en paralelo generar leyes y normas con el que pueda implementarse dicho protocolo.

Capítulo 8 Contribución de los recursos genéticos forestales a la seguridad alimentaria, reducción de la pobreza y el desarrollo sostenible.

8.1. Prioridades nacionales y contribución de los recursos genéticos forestales en los temas económico, social, y ambiental.

Dentro de las prioridades que requieren atención inmediata en nuestro país, resalta la pobreza extrema, la degradación ambiental y la pérdida de los recursos naturales. En la medida en que dichas prioridades sean atendidas y solucionadas, se favorecerá la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, atendiendo en el sector forestal, cambios favorables en los problemas de equidad e inseguridad.

De acuerdo con el Programa Estratégico Forestal para México 2025 (PEF 2025), el manejo y uso sustentable de los recursos forestales tienen un papel muy importante en la reducción de la pobreza y degradación de los recursos naturales. En el caso de la población rural (sector más afectado por la pobreza), estos recursos tienen un desarrollo potencial y creciente con actividades diferentes a la agricultura; como son la recolección y el comercio de germoplasma, la producción y venta de artesanías, y la extracción de materiales de importancia medicinal; ya que benefician directamente a los dueños de estos recursos con alimentación y empleo.

En un estudio de caso con poblaciones rurales en la Sierra Tarmaura (Azarcoya-González, 2009), se estimó que aproximadamente 370,000 habitantes dependen de los recursos forestales; y ellos prefieren que el bosque no se maneje exclusivamente con el propósito de extraer madera, por el grado de degradación que presenta esta actividad; y que se deben recuperar las áreas degradadas mediante la recolección del germoplasma de la región, para utilizarlos en las obras de conservación y reforestación. Por lo anterior, se puede mencionar que en estas comunidades los beneficios obtenidos por los RGF forman parte de su estrategia de subsistencia.

Otros estudios (Bray *et al.*, 2007), señalan que cuando el bosque no mostraba grados de perturbación significativos, los indígenas no tenían necesidad de emigrar a otras regiones ya que además de los árboles, se contaba con seguridad alimentaria debido a que, actividades como la caza, la recolección de leña, medicinas, hojas, frutos, semillas, hongos, raíces medicinales y de alimento, el uso de materiales para la elaboración de artesanías; se obtenían productos que satisfacían sus necesidades básicas y que además, eran compatibles con sus exigencias culturales.

En el programa federal ProÁrbol, a cargo de la CONAFOR, se incluyen entre otros, apoyos para fomentar el desarrollo forestal, desarrollo forestal comunitario, la conservación comunitaria de la biodiversidad, la conservación y restauración de los ecosistemas forestales y el de desarrollo de plantaciones forestales comerciales, con un presupuesto estimado superior a los 2,000 millones de pesos, permitiendo la generación de empleos (incrementando los ingresos de la población), la conservación, restauración y

utilización de los recursos forestales, propiciando así estructurar una mejor organización y consolidar más de 200 organizaciones locales, regionales y nacionales.

En el PEF 2025, se incluye la gestión de los RGF para apoyar de manera significativa a:

- La preservación de los recursos genéticos y la biodiversidad.
- La disposición de material con características deseadas para apoyar los programas de reforestación y plantaciones comerciales.
- El incremento en los ingresos a los productores del país por la venta de germoplasma con alto valor genético.
- La disposición de material genético para el desarrollo de inversiones en nuevos productos medicinales e industriales, que significan un potencial de desarrollo de industrias con ingresos de miles de millones de dólares.
- El fomento, desarrollo y uso de especies y ecotipos más adecuados para cada región forestal e incluso por uso final específico, ya que es una precondition para un programa de reforestación exitoso.

8.2. Contribuciones de la gestión de los recursos genéticos forestales a los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Los beneficios que ofrecen los productos derivados de los RGF son importantes y con implicaciones indirectas en los ingresos y en las fuentes de empleo; desde la generación de alimentos, medicinas, productos artesanales, etc.; hasta productos de autoconsumo para la población rural de las diferentes regiones del país (PEF 2025). Sin embargo, el conocimiento y uso potencial de muchas especies es deficiente, los ejidos están más enfocados en el aprovechamiento maderable, y los mercados de la mayor parte de ellos no están desarrollados. En general, el uso y aprovechamiento de los RGF no ha tenido la misma atención que el aprovechamiento maderable. Además, es necesario enfatizar en aumentar la investigación, capacitación y difusión de los beneficios por el uso y aprovechamiento de los RGF, así como en el desarrollo e implementación de técnicas de recolecta y beneficio, y elaborar estudios de mercado para dichos productos.

Aunque se desconoce el valor preciso de los beneficios derivados de los RGF, su potencial aprovechable es conocido en selvas, en bosques, y en las zonas áridas (Toledo y Argueta, 1989). Por lo que se ha considerado que los beneficios obtenidos por el uso de los RGF podrían contribuir en algunos de objetivos de desarrollo del milenio (Cuadro 8.1).

Cuadro 8.1. Contribución potencial de los recursos genéticos forestales en los objetivos del desarrollo del milenio en México.

Objetivos	Contribución potencial de los RGF
1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre	La venta del germoplasma contribuye a incrementar los ingresos de los dueños y poseedores del recurso forestal.
2. Lograr la enseñanza primaria universal	No se tienen implicaciones directas por el uso y aprovechamiento de los RGF
3. Promover la igualdad de género y la autonomía de la mujer	No se tienen implicaciones directas por el uso y aprovechamiento de los RGF

Objetivos	Contribución potencial de los RGF
4: Reducir la mortalidad infantil	No se tienen implicaciones directas por el uso y aprovechamiento de los RGF
5. Mejorar la salud materna	No se tienen implicaciones directas por el uso y aprovechamiento de los RGF
6. Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades	No se tienen implicaciones directas por el uso y aprovechamiento de los RGF
7. Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente	Al promover los beneficios generados por el uso y aprovechamiento de los RGF, se fomenta y motiva a las comunidades a que conserven y utilicen de manera sustentable sus recursos; conservando a su vez la cubierta forestal y reduciendo la tasa de deforestación.
8. Fomentar una asociación mundial para el desarrollo	No se tienen implicaciones directas por el uso y aprovechamiento de los RGF

8.3. Especies forestales de importancia para la seguridad alimentaria y reducción de la pobreza.

En México existe un gran número de especies forestales arbóreas, arbustivas y de otras formas vegetales (suculentas, trepadoras, etc.), que en muchos casos son endémicas; están consideradas como importantes para la seguridad alimentaria o para la reducción de la pobreza (Anexo 15); sin embargo, se desconoce la importancia de muchas otras especies, por lo que es necesario promover estudios de su uso y potencial, tomando en cuenta el conocimiento indígena.

Existen más especies forestales que tienen un uso medicinal, ornamental, y alimentario que deben estudiarse con el fin de promover su uso y comercialización, así como el desarrollo de sus mercados, ya que con esto se podría impactar en la reducción de la pobreza y positivamente en la seguridad alimentaria.

Referencias bibliográficas.

- Aguirre-Plater E., G. R. Furnier y L. E. Eguiarte. 2000. Low levels of genetic variation within and high levels of genetic differentiation among populations of species of *Abies* from southern Mexico and Guatemala. *American Journal of Botany* 87: 362-371.
- Azarcoya-González B. 2009. La Sierra Tarahumara, el bosque y los pueblos originarios: estudio de caso de Chihuahua, México. *Forest tenure in Latin America*. Forestal. FAO. <http://www.fao.org/forestry/54367/es/mex/>
- Bray, D., Merino, L. y Barry, D. 2007. Los bosques comunitarios de México. Manejo sustentable de paisajes forestales. México, Secretaría de Medio Ambiente, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, Florida International University.
- CDB. 2011. Primera reunión del comité intergubernamental especial de composición abierta para el protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que deriven de su utilización. Montreal, Canadá 5- 10 de junio de 2011. Documento de delegación-México.
- Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. En *Capital Natural de México*, vol. I: Conocimiento Actual de la Biodiversidad. CONABIO, México, pp.: 87-108.
- CONABIO. 2011. Índice de especies. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/indice_especies.html. Consultado 28 de noviembre de 2011.
- CONABIO. 2012. Proyectos financiados. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/web/proyectos/proyectos_financiados.html. Consultado 26 de enero de 2012.
- CONABIO. 2012a. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/snib/doctos/acerca.html>. Consultado 26 de enero de 2012.
- CONAFOR. 2004. Programa Nacional para el Manejo de los Recursos Genéticos Forestales. Primera Edición. Zapopan, Jalisco, México. 35 p.
- CONAFOR. 2007. Anuario estadístico de la producción forestal. Disponible en: http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/administrator/sistemas/archivoslasdemas/129503006_9_ANUARIO_2007.pdf. Consultado el 29-09-2011.
- CONAFOR, 2009. Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México 2004-2009: Una herramienta de certeza a la planeación, evaluación y desarrollo forestal de México.
- CONAFOR. 2010. Visión de México sobre REDD+ hacia una estrategia nacional. Disponible en: http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/1393Visi%C3%B3n%20de%20M%C3%A9xico%20sobre%20REDD_.pdf. Consultado el 21 de enero de 2012.
- CONAFOR. 2011. Zonificación forestal. Disponible en: http://148.223.105.188:2222/gif/snifportal/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=11 (Consultado el 28 de septiembre 2011).
- CONAFOR. 2011a. Reforestación - Fichas Técnicas. <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/reforestacion/fichas-tecnicas>. Consultada del 1 al 15 de diciembre 2011.
- CONAFOR. 2011b. Certificados de manejo forestal 2011. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/5/1775Padr%C3%B3n%20de%20predios%20con%20certificado%20de%20Buen%20Manejo%20Forestal.pdf>. Consultado el 14 de enero de 2012.
- CONANP. 2007. Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2011. SEMARNAT. Distrito Federal. Disponible en: http://www.conanp.gob.mx/quienes_somos/pdf/programa_07012.pdf.
- CONANP. 2011. Áreas Naturales Protegidas. Disponible en: <http://conanp.gob.mx>. Consultado, 01 al 31-08-2011.
- Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América. Disponible en: <http://www.conanp.gob.mx/contenido/pdf/Convencion%20para%20la%20Proteccion%20de%20la%20Flora,%20de%20la%20Fauna%20y%20de.pdf>
- Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como hábitat de Aves Acuáticas –RAMSAR. Disponible en: <http://www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/convenciones/ramsar/ramsarplan.htm>

- Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural (<http://www.pgjdf.gob.mx/temas/4-6-1/fuentes/19-A-2.pdf>)
- Convenio Internacional de Protección Fitosanitaria. Disponible en: http://www.tribunalesagrarios.gob.mx/images/stories/LegislacionAgraria/tratados-internacionales-pdfs/15_convencion_internacional_proteccion_fitosanitaria.pdf.
- Convenio Internacional para la protección de las obtenciones vegetales UPOV – Acta 78 y 91. Disponible en: http://www.alessandri.cl/legislacion/Obten_Veg.pdf
- Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Disponible en: <http://www.cites.org/esp/disc/what.shtml>.
- Cuenca A., A. E. Escalante y D. Piñero. 2003. Long-distance colonization, isolation by distance, and historical demography in a relictual Mexican pinyon pine (*Pinus nelsonii* Shaw) as revealed by paternally inherited genetic markers (cpSSRs). *Molecular Ecology* 12: 2087–2097
- Delgado, P., R. Salas-Lizana, A. Vázquez-Lobo, A. Wegier, M. Anzidei, E. R. Alvarez-Buylla, G. G. Vendramin, y D. Piñero. 2007. Introgressive hybridization in *Pinus montezumae* Lamb. and *Pinus pseudostrobus* Lindl. (Pinaceae): morphological and molecular (cpSSR) evidence. *International Journal of Plant Sciences* 168: 861–875.
- Dvorak W.S., K. M. Potter, V.D. Hipkins y G.R. Hodge. 2009. Genetic diversity and gene exchange in *Pinus oocarpa*, a Mesoamerican pine with resistance to Pitch canker fungus (*Fusarium circinatum*). *International Journal of Plant Sciences* 170: 609–626.
- FAO. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: informe nacional México. Departamento Forestal-FAO. Roma, Italia. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/013/al567S/al567S.pdf>.
- Favela-Lara S. 2010. Population variation in the endemic *Pinus culminicola* detected by RAPD. *Polibotánica* 30: 55–67.
- Flores-López C., J. López-Upton, y J.J. Hernández V. 2005. Indicadores reproductivos en poblaciones naturales de *Picea mexicana* Martínez. *Agrociencia* 39: 117–126.
- García-Cruz Y. B. y A. E. Sierra-Villagrana. 2012. Manual de zonificación ecológica de especies forestales y aplicación de modelos de simulación del efecto del cambio climático. CONAFOR. Zapopan, Jalisco. 103 p.
- García-Molina, J. C. 2008. Carbón de encino: fuente de calor y energía. *Biodiversita* 77: 7–9
- Gómez-Jiménez, D.M., C. Ramírez-Herrera, J. Jasso-Mata y J. López-Upton. 2010. Variación en características reproductivas y germinación de semilla de *Pinus leiophylla* Schiede ex Schldl. & Cham. *Revista Fitotecnica Mexicana* 23: 297–304.
- Gugger P.F., A. González-Rodríguez, H. Hernández-Correa, S. Sugita y J. Cavender-Bares. 2011. Southward Pleistocene migration of Douglas-fir into Mexico: phylogeography, ecological niche modeling, and conservation of ‘rear edge’ populations. *New Phytologist* 189: 1185–1199.
- Hamrick J. L., M. J. M. Godt y S. L. Sherman-Broyles. 1992. Factors influencing levels of genetic diversity in woody plant species. *New Forest* 6: 95–124.
- Hernández-Pérez, C., J.J. Vargas-Hernández, C. Ramírez-Herrera y A. Muñoz-Orozco. 2001. Variación geográfica en respuesta a la sequía de plántulas de *Pinus greggii* Engelm. *Revista Ciencia Forestal en México* 26: 61–79.
- Hunter, JR. M. L. 2002. *Fundamentals of Conservation Biology*. BlackWell Science, Inc. Massachusetts USA. 547 p
- INEGI. 2001. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Provincias y subprovincias fisiográficas. Serie 1. <http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/definiciones/definic.cfm?c=444&e=15>.
- Jaramillo-Correa, J.P., J. Beaulieu, F.T. Ledig and J. Bousquet. 2006. Decoupled mitochondrial and chloroplast DNA population structure reveals Holocene collapse and population isolation in a threatened Mexican-endemic conifer. *Molecular Ecology* 15: 2787–2800.
- Jaramillo-Correa, J.P., E. Aguirre-Planter, D.P. Khasa, L.E. Eguiarte, D. Piñero, G.R. Furnier and J. Bousquet. 2008. Ancestry and divergence of subtropical mountain forests isolated: molecular biography of genus *Abies* (Pinaceae) in southern Mexico and Guatemala. *Molecular Ecology* 17: 2476–2490.
- Karhu A., C. Vogl, G.F. Moran, J.C. Bell and O. Savolainen. 2006. Analysis of microsatellite variation in *Pinus radiata* reveals effects of genetic drift but no recent bottlenecks. *Journal of Evol. Biol.* 19: 167–175.
- Ledig, F.T. 2000. Founder effects and the genetic structure of Coulter pine. *The Journal of Heredity* 91: 307–315.

- Ledig F. T., M. Capó-Arteaga, P. D. Hodgskiss, H. Sbay, C. Flores-López, M. T. Conkle, and B. Bermejo-Velázquez. 2001. Genetic diversity and mating system of a rare Mexican piñon, *Pinus pinceana*, and a comparison with *Pinus maximartinezii* (Pinaceae). *American Journal of Botany* 88: 1977-1987.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Disponible en: (<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259.pdf>)
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MPCCA.pdf
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS). Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146.pdf>
- López-Locía, M. y S. Valencia-Manzo. 2001. Variación de la densidad relativa de la madera de *Pinus greggii* Engelm. del norte de México. *Maderas y Bosques* 7:37-47.
- López-Upton, J., A.J. Mendoza-Herrera, J. Jasso-Mata, J.J. Vargas-Hernández y A. Gómez-Guerrero. 2000. Variación morfológica de plántulas e influencia del pH del agua de riego en doce poblaciones de *Pinus greggii* Engelm. *Maderas y Bosques* 6: 81-94
- López-Upton, J., C. Ramírez-Herrera, O. Plascencia-Escalante y J. Jasso-Mata. 2004. Variación en crecimiento de diferentes poblaciones de las dos variedades de *Pinus greggii*. *Agrociencia* 38: 457-464.
- Mápula-Larreta, M., J. López-Upton, J.J. Vargas-Hernández y A. Hernández-Livera. 2008. Germinación y vigor de la semilla de *Pseudotsuga menziesii* de México. *Ra Ximhai* 4: 119-134
- Meza-Sánchez, R. y E. Osuna-Leal. 2003. Estudios dasométrico del mezquite en la zona de las Positas B.C.S. INIFAP. Folleto Científico No. 3. 52 p.
- Mittermeir, R.A., N. Myers, J. B. Thomsen and G.A.B. Fonseca. 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology* 12: 516-520.
- Molina-Freaner F., P. Delgado, D. Piñero, N. Perez-Nasser y E. Alvarez-Buylla. 2001. Do rare pines need different conservation strategies? Evidence from three Mexican species. *Canadian Journal of Botany* 79: 131-138.
- Montiel-Oscuro, D. 2011. Estructura poblacional y genética de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco Edo de México. 46 p.
- Moreno-Letelier A. y D. Piñero. 2009. Phylogeographic structure of *Pinus strobiformis* Engelm. across the Chihuahuan Desert filter-barrier. *Journal of Biogeography* 36: 121-131.
- Nava-Cruz, Y., F.J. Espinosa-García y G. R. Furnier-Whitelaw. 2006. Niveles y patrones de variación química en resina de las hojas del género *Abies* del norte de México. *Agrociencia* 40: 229-238.
- Navarro, C., S. Cavers, A. Pappinen, P. Tigerstedt, A. Lowe and J. Merilä. 2005. Contrasting quantitative traits and neutral genetic markers for genetic resource assessment of mesoamerican *Cedrela odorata*. *Silvae Genetica* 54: 281-292.
- Newton A. C., T. R. Allnutt, W. S. Dvorak, R. F. del Castillo y R. A. Ennos. 2002. Patterns of genetic variation in *Pinus chiapensis* a threatened Mexican pine, detected by RAPD and mitochondrial DNA ARFL markers. *Heredity* 89: 191-198.
- NOM-007-SEMARNAT-1997. Disponible en: (<http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3306/1/nom-007-semarnat-1997.pdf>).
- Parraguirre-Lezama, C., J.J. Vargas-Hernández, P. Ramírez-Vallejo, H.S. Azpíros-Rivero y J. Jasso-Mata. 2002. Estructura de la diversidad genética en poblaciones naturales de *Pinus greggii* Engelm. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25: 279-279
- Perry Jr J. P. 1991, *The Pines of Mexico and Central America*. Timber Press, Oregon, USA. 231 p.
- Plan estratégico forestal para México 2010 – 2025.
- Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre Seguridad Biológica (<http://www.cbd.int/doc/legal/cartagena-protocol-es.pdf>).
- Protocolo de Kyoto. Disponible en: [unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf](http://www.unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf).
- Protocolo de Nagoya. Disponible en: <http://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-es.pdf>.
- Ramírez-Herrera, C. 2007. Quantitative trait variation and alloenzyme diversity of *Pinus pinceana*. PhD Thesis. University of New Brunswick. New Brunswick Canada. 198 p.
- Ramírez-Herrera C., K.E. Percy, J.A. Loo, L. D. Yeates y J.J. Vargas-Hernández. 2011. Genetic variation in needle epicuticular wax characteristics in *Pinus pinceana* seedlings. *Silvae Genetica* 60, 210-215.
- Ramírez-Herrera, C. 2007. Quantitative trait variation and alloenzyme diversity of *Pinus pinceana*. PhD Thesis. University of New Brunswick. New Brunswick Canada. 198 p.

- Ramírez-Sánchez S., G. García de los Santos, J.J. Vargas-Hernández, A. Hernández-Livera y O.J. Ayala-Garay. 2011. Variación morfológica de semilla de *Taxus globosa* Schltld. provenientes de dos regiones geográficas de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 34: 93-99.
- Reyes-Hernández, V.J., J.J. Vargas-Hernández, J. López-Upton, H. Vaquera-Huerta. 2005. Similitud fenotípica de poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga* Carr. *Agrociencia* 40: 545-556.
- Rodríguez-Banderas, A., C.F. Vargas-Mendoza, A. Buonamici and G.G. Vendramin. 2009. Genetic diversity and phylogeographic analysis of *Pinus leiophylla*: a post-glacial range expansion. *Journal of biogeography* 36: 1807-1820.
- Rowden, A., A. Robertson, T. Allnutt, S. Heredia, G. Williams-Linera and A.C. Newton. 2004. Conservation genetics of Mexican beech, *Fagus grandifolia* var. *mexicana*. *Conservation Genetics* 5: 475-484.
- Rzewdoski, J. 1978. Vegetación de México. 1er edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 p.
- Sáenz-Romero, C., L.F. Ruiz-Talonia1, J. Beaulieu, N.M. Sánchez-Vargas and G.E. Rehfeldt. 2011b. Variación genética entre poblaciones de *Pinus patula* en un gradiente altitudinal. Ensayo de vivero en dos ambientes. *Revista Fitotecnia Mexicana* 34: 19-25.
- Sáenz-Romero, C. y B.L. Tapia-Olivares. 2003. *Pinus oocarpa* isoenzymatic variation along an altitudinal gradient in Michoacán, México. *Silvae Genetica* 52: 237-240.
- Sáenz-Romero, C., J. Beaulieu and G.E. Rehfeldt. 2011a. Variación genética altitudinal entre poblaciones de *Pinus patula*. *Agrociencia* 45: 399-411.
- Sánchez-Monsalvo, V., J.G. Salazar-García, J.J. Vargas-Hernández, J. López-Upton y J. Jasso-Mata. 2003. Parámetros genéticos y respuestas a la selección en características del crecimiento de *Cedrela odorata* L. *Revista Fitotecnia Mexicana* 26: 19-27.
- SEMARNAP. 1998. Red Mexicana de Germoplasma Forestal. Gaceta de la Red N° 1. 78 p.
- SEMARNAT. 2009. Base de datos estadísticos, modulo de consulta temática: dimensión ambiental, recursos forestales. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, DGGFS. Disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/mce_index.html#. Consultado el 14 de enero 2012.
- SEMARNAT. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos naturales. Jueves, 30 de diciembre de 2010.
- SEMARNAT. 2011. Superficie forestal afectada por plagas y enfermedades forestales (hectáreas). Comisión Nacional Forestal, Gerencia de Sanidad Forestal. Disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA06_01&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce. Consultado el 23 de enero 2012.
- SEMARNAT. 2012a. Base de datos estadísticos, módulo de consulta temática: dimensión ambiental, recursos forestales. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, DGGFS. En http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/mce_index.html#. Consultado el 14 de enero 2012.
- SEMARNAT. 2012b. Superficie de UMA registradas hasta el 30 de noviembre de 2011. Subsecretaria de Gestión y Protección Ambiental. Dirección de Vida Silvestre. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/vidasilvestre/Documents/UMAS/Graf_SUP_3_01111.pdf. Consultada el 27 de enero de 2012.
- SEMARNAT. 2012c. Mapa de las UMA registradas hasta el 30 de noviembre de 2011. Subsecretaria de Gestión y Protección Ambiental. Dirección de Vida Silvestre. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/vidasilvestre/Documents/UMAS/Mapa_3011_11.pdf. Consultada el 27 de enero de 2012.
- Toledo, V.M. y A. Argueta. 1989. La tradición contemporánea: transformaciones ecológico-agrarias en México, *México Indígena* 27: 3-9.
- Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/ag//CGRFA/Spanish/itpgr.htm>.
- Viveros-Viveros, H., B.I. Tapia-Olivares, C. Sáenz-Romero, J.J. Vargas-Hernández, J. López-Upton, A. Santacruz Varela y G. Ramírez-Valverde. 2010. Variación isoenzimática de *Pinus hartwegii* Lindl. en un gradiente altitudinal en Michoacán México. *Agrociencia* 44: 723-733

- Viveros-Viveros, H., C. Sáenz-Romero, J. López-Upton y J.J. Vargas-Hernández. 2005. Variación genética altitudinal en el crecimiento de plántulas de *Pinus pseudostrobus* Lindl. en campo. *Agrociencia* 39: 575-587.
- Wei, X., J. Beaulieu, D.P. Khasa, J. Vargas-Hernández, J. López-Upton, B. Jaquish and J. Bousquet. 2011. Range-wide chloroplast and mitochondrial DNA imprints reveal multiple lineages and complex biogeographic history for Douglas-Fir. *Tree Genetics & Genomes* 7: 1025-1040.
- White, T. L., W.T. Adams and D. B. Neale. 2007. *Forests Genetics*. CABI Publishing, Cambridge, MA. 682 p.