



ECOSISTEMAS TERRESTRES

ECOSISTEMAS TERRESTRES

La situación geográfica de México, su variedad de climas, topografía e historia geológica han producido una de las riquezas biológicas más impresionantes del mundo. Además de la enorme variedad de especies de plantas y animales, y de la importante diversidad genética que alberga, otra de sus características es la gran diversidad de comunidades vegetales que se encuentran en su territorio continental e insular. Éstas van desde las afines a las zonas alpinas, hasta las de dunas costeras y humedales, pasando por matorrales xerófilos, bosques templados, selvas, bosques mesófilos de montaña y pastizales naturales.

Los ecosistemas en general, y los terrestres en particular, han sido el sustento de las poblaciones humanas desde sus albores: las han provisto de multitud de bienes, como alimentos (carnes, frutos, verduras y condimentos), madera y leña para la construcción y para la obtención de energía, papel y fibras, entre muchos otros usos. Además, los ecosistemas ofrecen otros servicios ambientales menos conspicuos como son la purificación del aire y agua, la generación y conservación de los suelos, la descomposición de los desechos, el reciclaje y movimiento de nutrimentos, la protección de las costas ante la erosión del oleaje, la estabilización parcial del clima y el amortiguamiento de los efectos de los eventos meteorológicos extremos, por citar sólo algunos de los más importantes.

El crecimiento poblacional global ocurrido durante el siglo XX, acompañado por el intenso desarrollo industrial y urbano, trajeron consigo la mayor transformación de los ecosistemas terrestres registrada por el hombre. De acuerdo con el *Millenium Ecosystem Assessment* (2005), para el año 2000, 42% de los bosques mundiales habían sido transformados, así como 18% de las zonas áridas y 17% de los ecosistemas insulares, principalmente a zonas de cultivos y potreros, o bien, abiertos para el establecimiento y desarrollo de poblados, ciudades y de infraestructura de caminos, eléctrica y de almacenamiento de agua.

México no ha sido la excepción en este proceso de degradación y pérdida de ecosistemas terrestres. Una importante proporción de su territorio se ha transformado en campos agrícolas, pastizales y zonas urbanas y de los ecosistemas que aún persisten muchos de ellos muestran en mayor o menor medida signos de alteraciones. En este capítulo se hace una descripción del estado actual de los ecosistemas terrestres nacionales, con particular énfasis en los procesos y factores que han promovido su transformación y alteración en las décadas recientes. Se ha incluido también una sección con los

aspectos relativos a su uso, principalmente en lo que se refiere a la explotación de productos forestales maderables y no maderables. El capítulo finaliza con una sección que aborda las respuestas gubernamentales encaminadas hacia la conservación de la cubierta vegetal natural remanente, así como aquéllas dirigidas hacia la recuperación y el uso sustentable de los recursos naturales que alberga.

LA VEGETACIÓN NATURAL Y EL USO DEL SUELO EN MÉXICO

A la forma en la que se emplea un terreno y su cubierta vegetal se le conoce como “uso del suelo”. Su evaluación más reciente en nuestro país corresponde a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV (escala 1: 250 000), elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

y que describe la vegetación existente en el año 2007. Dado el alto número de tipos de vegetación y usos del suelo presentes en esta carta, su agregación con fines de análisis resulta indispensable. La agregación de los tipos de vegetación se puede realizar según distintos criterios, que van desde los que agrupan con base en su composición florística o su fisonomía, hasta los que emplean su utilidad desde el punto de vista forestal. Lo anterior repercute de manera importante en las estadísticas que se obtienen de su análisis y que inevitablemente impiden compararlas con las cifras obtenidas utilizando agrupaciones distintas. En la presente obra se clasificó a la vegetación siguiendo principalmente el criterio fisonómico, tal y como se muestra en la Tabla 2.1. Mayores detalles acerca de las características de los principales tipos de vegetación natural pueden consultarse en el Recuadro *La vegetación de México*.

Uso del Suelo y Vegetación en México, 2007

Tabla 2.1

Formación vegetal	Tipo de vegetación	Superficie (ha)
Bosque mesófilo de montaña	Bosque mesófilo de montaña	1 841 777
Bosque templado	Bosque de ayarín	39 960
	Bosque de cedro	2 146
	Bosque de encino	11 238 348
	Bosque de encino-pino	4 311 767
	Bosque de oyamel	149 040
	Bosque de pino	7 604 304
	Bosque de pino-encino	8 619 508
	Bosque de táscate	334 636
	Matorral de coníferas	977
Selva húmeda	Selva alta perennifolia	3 315 380
	Selva alta subperennifolia	165 645
	Selva baja perennifolia	42 809

Formación vegetal	Tipo de vegetación	Superficie (ha)
Selva húmeda	Selva mediana subperennifolia	5 630 874
	Selva mediana perennifolia	636
Selva subhúmeda	Matorral subtropical	1 330 853
	Selva baja caducifolia	14 348 539
	Selva baja subcaducifolia	68 459
	Selva mediana caducifolia	1 052 492
	Selva mediana subcaducifolia	4 345 838
	Selva baja espinosa caducifolia	701 320
	Selva baja espinosa subperennifolia	1 099 144
Manglar	Manglar	945 840
Matorral xerófilo	Matorral crasicaule	1 546 897
	Matorral desértico micrófilo	21 269 873
	Matorral desértico rosetófilo	10 668 064
	Matorral espinoso tamaulipeco	3 401 961
	Matorral rosetófilo costero	472 360
	Matorral sarcocaule	5 288 166
	Matorral sarcocrasicaule	2 313 565
	Matorral sarcocrasicaule de neblina	566 380
	Matorral submontano	2 759 804
	Vegetación de desiertos arenosos	2 157 567
Otra vegetación hidrófila	Vegetación de galería	151 016
	Popal	130 542
	Tular	912 644
	Bosque de galería	22 642
	Selva de galería	4 384
	Petén	45 395
	Vegetación halófila hidrófila	380 100

Formación vegetal	Tipo de vegetación	Superficie (ha)
Pastizal natural	Pastizal	9 879 726
	Pradera de alta montaña	16 699
Vegetación halófila y gipsófila	Pastizal gipsófilo	41 428
	Pastizal halófilo	1 838 922
	Vegetación gipsófila	17 636
	Vegetación halófila	2 532 682
Otros tipos de vegetación	Chaparral	2 082 661
	Mezquital	2 402 937
	Bosque de mezquite	306 656
	Mezquital tropical	165 262
	Palmar natural	19 020
	Sabana	191 170
	Vegetación de dunas costeras	153 782
	Palmar inducido	95 776
Pastizal inducido o cultivado	Pastizal cultivado	12 838 760
	Pastizal inducido	6 051 571
	Sabanoide	129 450
Plantación forestal	Bosque cultivado	37 232
	Bosque inducido	4 504
Zonas urbanas o desprovistas de vegetación	Zona urbana	1 120 830
	Asentamientos humanos	476 746
	Área desprovista de vegetación	20 811
Total		159 705 909

Fuente:
Elaboración propia con datos de:
INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México, 2011.

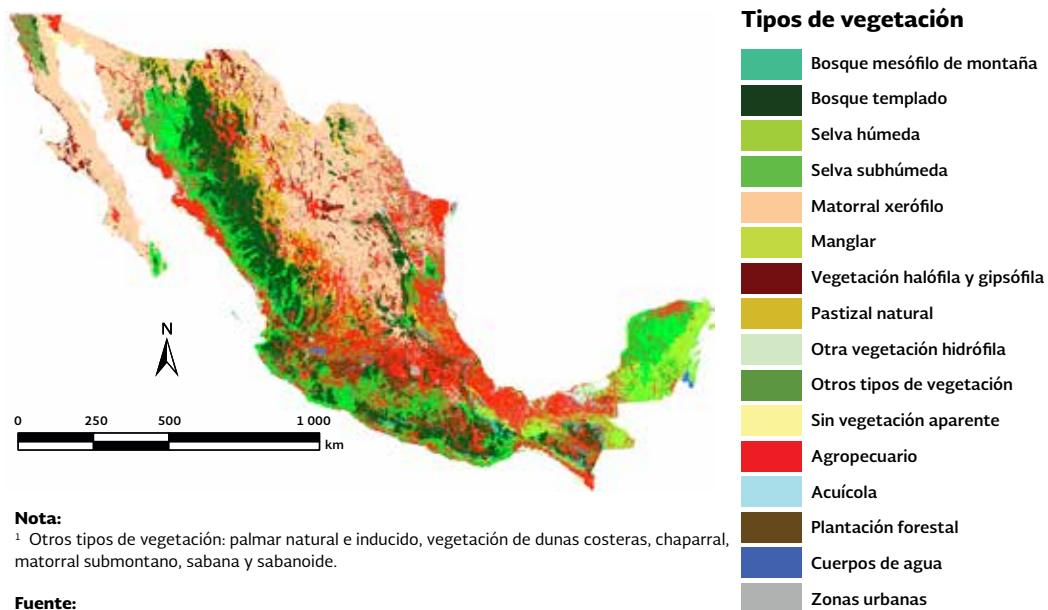
La vegetación de nuestro país es sumamente heterogénea. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) utiliza un sistema de clasificación jerárquica que considera en su nivel más alto a las formaciones vegetales, que son categorías caracterizadas principalmente por rasgos fisonómicos y ecológicos (p. e., bosque, selva, matorral, etc.), dentro de las que se incluyen los tipos de comunidad que se definen por sus rasgos fisonómicos, ecológicos y florísticos (p. e., chaparral, rosetófilo, sarcocaulé, mesófilo de montaña, etc.) y los tipos de vegetación que combinan el nombre de la formación y el tipo de comunidad (p. e., bosque mesófilo de montaña, matorral sarcocaulé, etc.). En esta publicación, siguiendo un criterio fisonómico de la

vegetación, los tipos más ampliamente distribuidos se han agregado en las siguientes categorías (Mapa a):

- **Bosque mesófilo de montaña:** vegetación que se caracteriza por una densa cubierta de árboles donde coexisten numerosos géneros, como *Liquidambar*, *Magnolia*, *Juglans*, *Ostrya*, *Clethra*, *Podocarpus*, *Turpinia*, *Oreopanax* y muchos más. A menudo también hay pinos y encinos. Una de sus características más importantes son las afinidades templada y tropical de las especies del dosel y sotobosque, respectivamente. Es una de las comunidades biológicas más diversas del mundo. Esta vegetación se desarrolla en altitudes donde se forman bancos de

Vegetación y uso del suelo en México, 2007

Mapa a



niebla. El bosque es exuberante, con gran cantidad de helechos y lianas, así como de plantas que crecen sobre los árboles (epífitas). Una porción importante de la flora del bosque mesófilo en México es endémica. Superficies importantes de este bosque se han desmontado para establecer cultivos, y en varias regiones se siembra café bajo la copa de los árboles.

• **Bosque templado:** esta categoría incluye tres tipos de vegetación principales: en primer lugar, los bosques de coníferas dominados por árboles perennifolios donde sobresalen las coníferas: pinos (*Pinus*) y oyameles (*Abies*); aunque también están los pinabetes (*Pseudotsuga*), enebros (*Juniperus*) y cedros (*Cupressus*). Generalmente se presentan en los climas templados y fríos de las partes altas de las cordilleras. En segundo lugar destacan los bosques de encinos, dominados por árboles de hoja ancha, principalmente encinos (*Quercus*), la mayoría caducifolios. Se les encuentra sobre todo en climas templados en las montañas, frecuentemente por debajo del nivel altitudinal de las coníferas, aunque en ocasiones pueden desarrollarse en sitios francamente cálidos. Se les aprovecha especialmente para producir carbón y criar ganado. Debido a que los suelos de los encinares son frecuentemente muy fértiles, las actividades agrícolas son comunes en ellos. Finalmente, se ha integrado también aquí a los bosques de coníferas y latifoliadas, en los cuales coexisten los dos grupos de árboles formando bosques mixtos.

Frecuentemente esta coexistencia es favorecida por las actividades humanas. La explotación de estos bosques es similar a la de los bosques de pino o encino.

• **Selva húmeda:** incluye a las selvas perennifolias y subperennifolias, dominadas por árboles de muchas especies, en climas lluviosos y cálidos. La copa de los árboles puede rebasar los 40 metros de altura y conserva una parte importante de su follaje durante el año. Según la altura del dosel, se dividen en selvas altas (vegetación arbórea de más de 30 metros), medianas (entre 20 y 30 metros) y bajas (frecuentemente entre 4 y 15 metros de altura). Bajo los árboles más altos hay varios estratos de vegetación de diferentes estaturas. Es una de las comunidades biológicas más diversas del mundo. La explotación de algunas especies de alto valor comercial, como la caoba (*Swietenia*) o el cedro rojo (*Cedrella*) y de varios productos forestales no maderables, es común dentro de estas selvas.

• **Selva subhúmeda:** agrupa a las selvas caducifolia y subcaducifolia, es una vegetación dominada por árboles de diferentes especies de hoja caduca, que se desarrolla en ambientes cálidos con diferencias muy marcadas entre las temporadas de lluvias y secas. De manera semejante a las selvas perennifolias se dividen en medianas y bajas en función de la altura de la vegetación arbórea dominante. El dosel rara vez rebasa los 15 metros de altura, aunque en algunos casos llega hasta los 30 metros. La condición de subcaducifolia o caducifolia

depende de la proporción de árboles que pierden el follaje en la temporada seca. Muchos de los árboles almacenan agua en sus tallos, como es el caso de los copales (*Bursera*), pochotes (*Ceiba*) y de varias cactáceas columnares. Esta vegetación frecuentemente está sujeta a la agricultura de roza, tumba y quema y a la ganadería extensiva, las cuales la degradan fuertemente, por lo que es uno de los ecosistemas tropicales más amenazados del mundo.

- **Matorral xerófilo:** en esta categoría están incluidos un conjunto diverso y extenso de tipos de vegetación (matorrales rosetófilos, sarcocaulales, crasicaulales, etc.), dominados por arbustos y típicos de las zonas áridas y semiáridas. El número de endemismos en estas zonas es sumamente elevado. Debido a la escasez de agua y a que los suelos son pobres y someros, la agricultura se practica en pequeña escala, salvo donde hay posibilidades de riego. Por el contrario, la ganadería está sumamente extendida, y zonas muy grandes de matorral xerófilo están sobrepastoreadas.

- **Pastizal natural:** vegetación dominada por herbáceas, principalmente gramíneas (pastos, zacates o graminoides) que se encuentra en cualquier clima, pero principalmente en las regiones semiáridas del norte y en las partes más altas de las montañas (por arriba de los cuatro mil metros). Casi todos los pastizales de nuestro país se emplean para la producción ganadera, casi siempre con una intensidad excesiva. Otros pastizales

fueron bosques o matorrales, y la acción del ganado y el fuego los mantienen en esta forma alterada. A éstos se les conoce como pastizales inducidos.

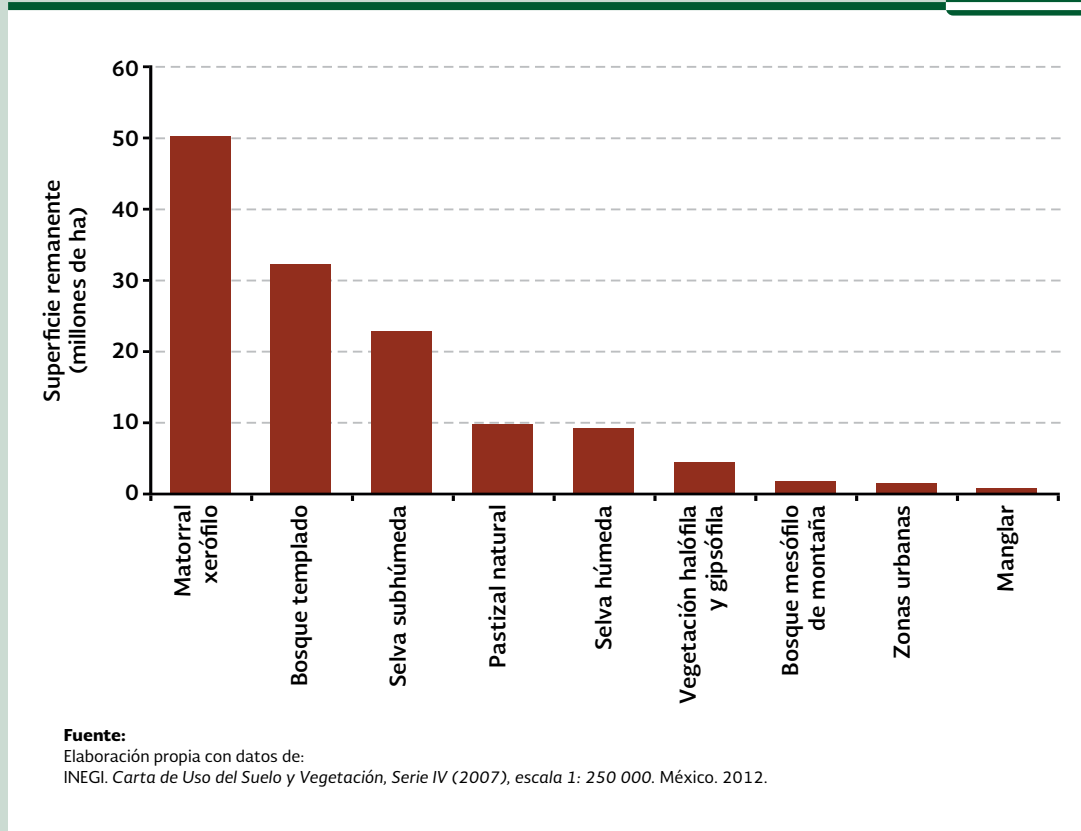
- **Vegetación halófila y gipsófila:** estos tipos de vegetación, de baja altura, se desarrollan en suelos de cuencas cerradas con altos contenidos de sales y yeso, respectivamente. Predominan los pastos rizomatosos (dominando las especies de las familias Poaceae y Chenopodiaceae) y su cubierta arbustiva es, por lo general, escasa. Esta vegetación es usada en muchas zonas del país como alimento para el ganado, y en algunos casos, después de ser drenados, pueden ser empleados en agricultura de riego.

- **Manglar:** esta comunidad es dominada por elementos arbóreos como el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Sus adaptaciones al agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas, les permiten estar en las desembocaduras de los ríos y lagunas costeras. Además de ser fuente de taninos para la industria de la piel, este tipo de vegetación es importante como zona de reproducción y crecimiento de muchas especies de importancia pesquera.

Otros tipos de vegetación como los manglares, popales, tulares, palmares, vegetación de petén y chaparrales se encuentran ocupando superficies mucho menores y están relacionados con condiciones climáticas, edáficas o hidrológicas muy particulares (Figura a).

Vegetación natural remanente en México, 2007

Figura a



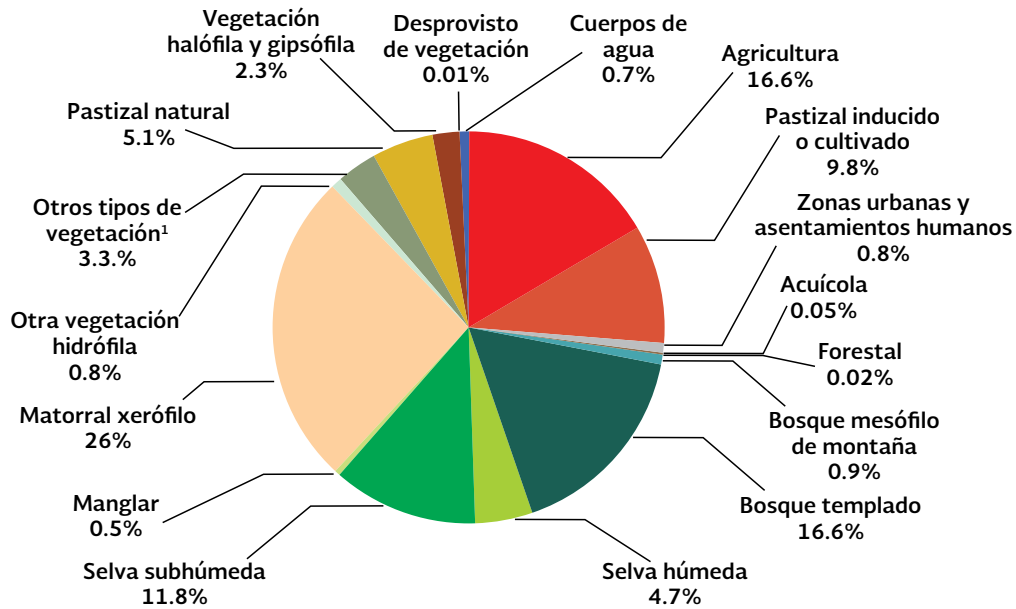
Referencia:

Modificado de:
Semarnat. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales 2005*. México. 2005.

De acuerdo con la Serie IV, en el 2007 el 71.8% del país (alrededor de 140 millones de ha) estaba cubierto por comunidades naturales; la superficie restante, poco más de 56 millones de hectáreas (alrededor del 28% del territorio), había sido convertida a terrenos agropecuarios, urbanos y otras cubiertas antrópicas. En ese mismo año, los matorrales fueron la formación predominante (36% de la superficie natural remanente, lo que equivale a cerca del 26% del territorio), mientras que los bosques (tanto

templados como mesófilos de montaña) y las selvas (húmedas y subhúmedas) ocuparon, en conjunto, cerca del 34% del territorio (34 y 32 millones de ha, respectivamente; Figura 2.1).

Los estados con la mayor proporción de su superficie cubierta por vegetación natural (sin considerar su grado de conservación) fueron Baja California Sur (97%), Quintana Roo (93%), Coahuila (92%), Baja California (91%), Chihuahua (88%) y Sonora (87%; Mapa 2.1).

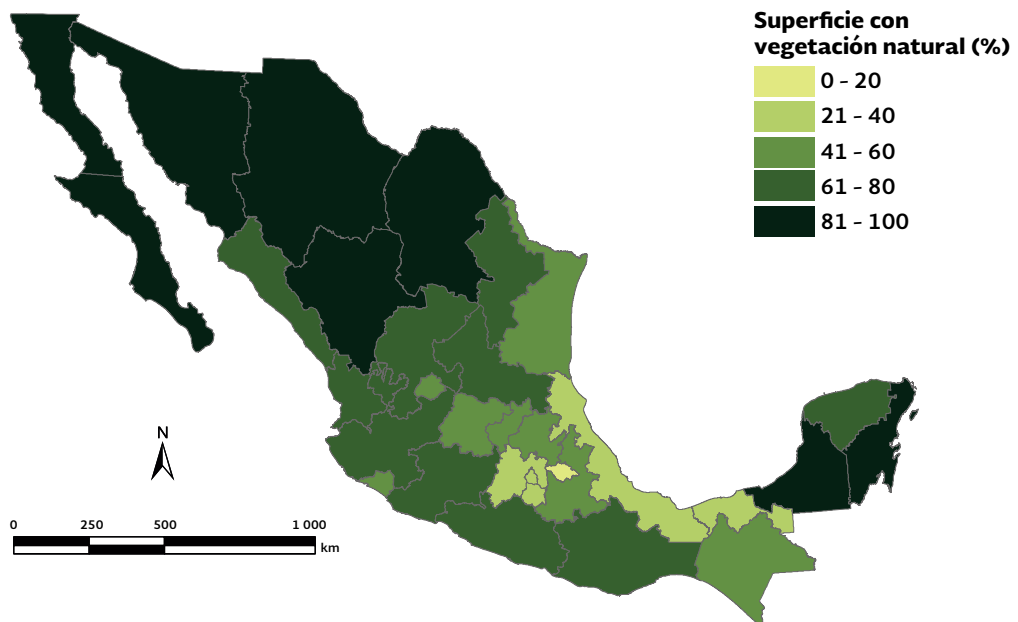


Nota:

¹ Incluye: chaparral, mezquital, bosque de mezquite, mezquital tropical, palmar natural, sabana, vegetación de dunas costeras y palmar inducido.

Fuente:

Elaboración propia con datos de: INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.



Fuente:

Elaboración propia con datos de: INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.

En contraste, en Tlaxcala (19%), Veracruz (22%), Distrito Federal (28%), Tabasco (34%), México (36%) y Morelos (38%), la vegetación natural cubría menos del 40% de su superficie.

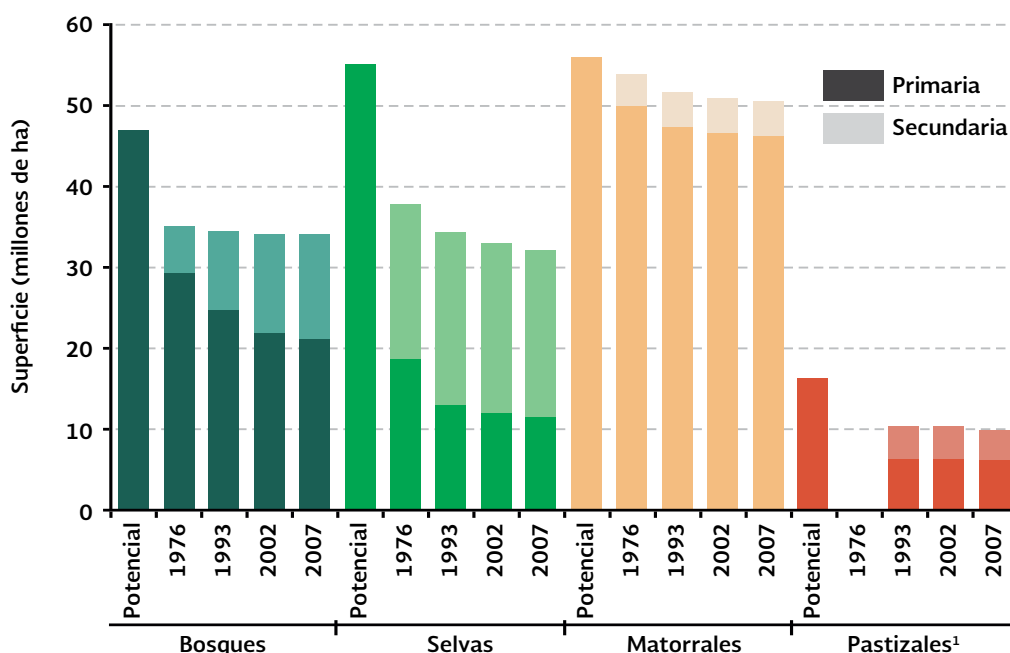
Sin embargo, en el año 2007 no toda la vegetación natural remanente se encontraba en buen estado de conservación, sólo el 69.5% (equivalente al 49.5% del territorio) conservaba el estado primario. Esta condición corresponde a la vegetación en la que permanecen la mayoría de las especies del ecosistema original, los procesos ecológicos no han sido alterados significativamente, no presenta perturbación considerable y es, en principio, la de mayor importancia por su

biodiversidad y por su provisión de servicios ambientales.

En 2007, las selvas fueron la formación vegetal más afectada por la degradación, pues tan sólo alrededor del 36% de su superficie (11.5 millones de ha) correspondía a selva primaria (Figura 2.2, Mapas 2.2 y 2.3). En el caso de los bosques, en ese mismo año el 62% de su superficie (poco más de 21 millones de ha) permanecía como primaria; a manera de comparación, en el mundo en 2010, 36% de los bosques¹ existentes eran primarios (FAO, 2010). La formación vegetal con menor superficie degradada en el país en 2007 correspondió a los matorrales xerófilos,

Vegetación primaria y secundaria por tipo de formación en México

Figura 2.2



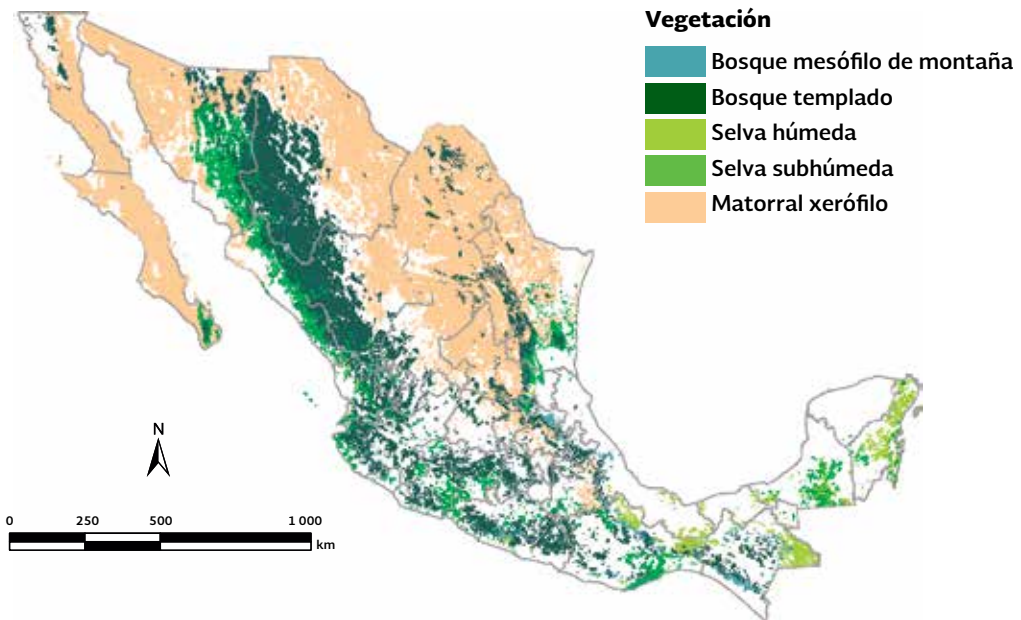
Nota:

¹ La superficie de pastizales de 1976 no se muestra por encontrarse agregada con otros tipos de vegetación en la fuente original.

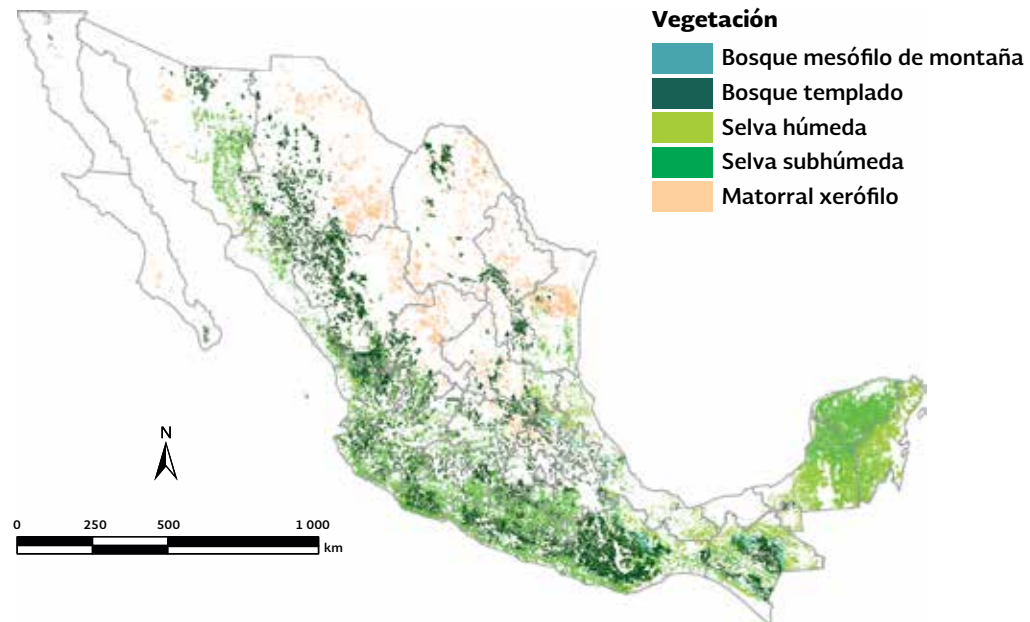
Fuentes:

Elaboración propia con datos de:
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie I (1968-1986)*, escala 1: 250 000. México. 2003.
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie II (Reestructurada) (1993)*, escala 1: 250 000. México. 2004.
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie III (2002)*, escala 1: 250 000 (*Continuo Nacional*). México. 2005.
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.

¹ Para la FAO, los bosques son las tierras que abarcan más de media hectárea de superficie con una cubierta de árboles cuya altura es superior a los 5 metros y con una cubierta de copas de al menos 10%, o con árboles capaces de alcanzar estos límites mínimos *in situ* (FAO, 2010). La definición no incluye la tierra sometida a usos predominantemente agrícolas o urbanos. Por lo anterior, las categorías de bosques y selvas del sistema de clasificación empleadas en este capítulo quedan incluidas en la definición de los bosques de la FAO.



Fuente:
Elaboración propia con datos de:
INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.



Fuente:
Elaboración propia con datos de:
INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.

la cual se calcula en alrededor del 8.5% de su superficie remanente (4.3 millones de ha), aunque podría ser mayor puesto que muchos matorrales están sujetos a la ganadería extensiva y resulta difícil identificar su grado de deterioro sin un muestreo de campo extensivo que lo documente.

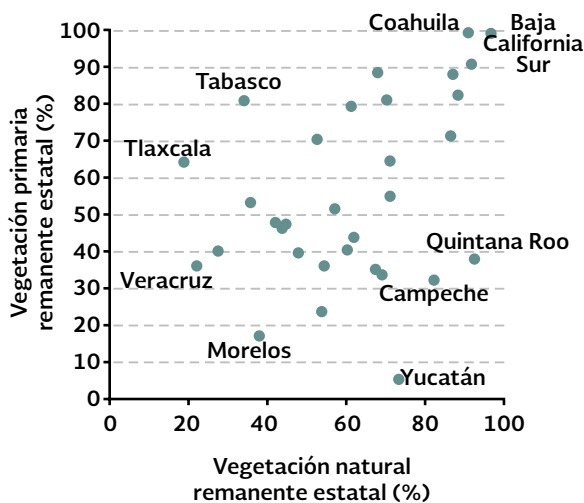
En general, los estados que conservan una alta proporción de su cubierta natural lo hacen con un importante porcentaje de vegetación primaria. Por ejemplo, cerca del 99% de la vegetación natural remanente de Baja California Sur, que cubre alrededor del 97% del estado, es primaria (Figura 2.3). Sin embargo, se observan excepciones a esta tendencia: existen estados con grandes superficies de vegetación natural remanente en condición secundaria, por ejemplo, Quintana Roo (con sólo 38% de su vegetación primaria), Campeche (32%) y Yucatán (5.4%). Por el contrario, Tlaxcala y Tabasco conservan altos porcentajes de vegetación primaria (64

y 81%, respectivamente) a pesar de su muy disminuida cubierta natural remanente (18 y 34% de sus superficies, respectivamente).

En lo que respecta a los sistemas productivos, según la Serie IV, las tierras agrícolas y los pastizales cultivados e inducidos (estos últimos empleados en la ganadería) cubrían en 2007 poco más de 51 millones de hectáreas, es decir, alrededor del 26% del territorio. De esa superficie, 63% correspondía a terrenos agrícolas y el restante 37% a pastizales inducidos y cultivados. Los estados que han transformado una mayor superficie de sus ecosistemas para dedicarlos a actividades agrícolas y pecuarias son los ubicados en la costa del Golfo de México y el centro del país: Tlaxcala (cerca del 80% de su superficie), Veracruz (77%) y Tabasco (65%; Mapa 2.4). Por el contrario, los estados con menores superficies agropecuarias eran Baja California Sur (poco menos del 3%), Quintana Roo (6%), Coahuila y Baja California (cada uno con cerca del 8%).

Relación entre la vegetación natural remanente estatal y su estado de conservación, 2007

Figura 2.3

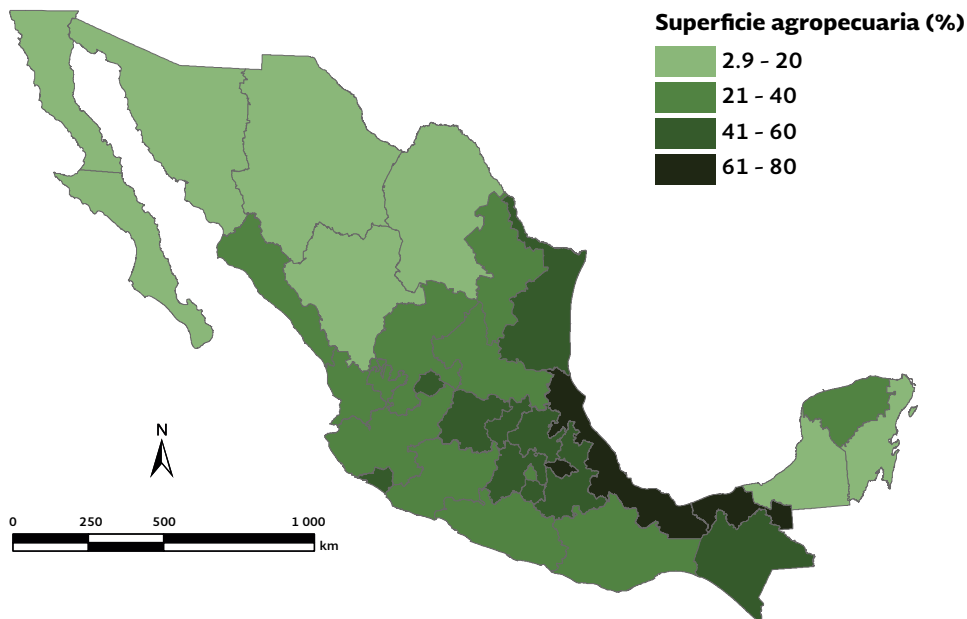


Fuente:
Elaboración propia con datos de:
INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV (2007), escala 1: 250 000. México. 2011.

CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO

En los últimos 50 años, los seres humanos hemos transformado los ecosistemas del mundo más rápida y extensamente que en ningún otro periodo de la historia (ver los Recuadros *La transformación y pérdida de los ecosistemas terrestres mundiales* en la Edición 2008 del Informe y *La vegetación natural y el crecimiento carretero*). Baste decir que también han sido la causa de la liberación a la atmósfera de una gran cantidad de gases de efecto invernadero, lo cual exacerba el problema del cambio climático (ver el Recuadro *Deforestación y emisiones de GEI*).

Estas rápidas y profundas transformaciones, con efectos en ciertos casos aún desconocidos, han impactado procesos ambientales locales, regionales y globales, acelerando la pérdida de la biodiversidad y provocando la pérdida o el deterioro de muchos servicios ambientales



Fuente:
Elaboración propia con datos de:
INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México, 2011.

como la disponibilidad del agua, la regulación del clima y la regulación de los ciclos biogeoquímicos, entre otros.

En México se han elaborado inventarios de los diferentes usos del suelo desde hace aproximadamente 40 años. Sin embargo, no son comparables debido a que han utilizado diferentes fuentes de información (p. e., mapas en papel, fotografías aéreas, imágenes satelitales, etc.), herramientas tecnológicas (p. e., cartas digitales, sistemas de información geográfica, etc.) y/o clasificaciones de los usos del suelo. No obstante, aunque las estimaciones cuantitativas no son tan precisas como sería deseable y deben tomarse con cautela, la información disponible permite identificar tendencias.

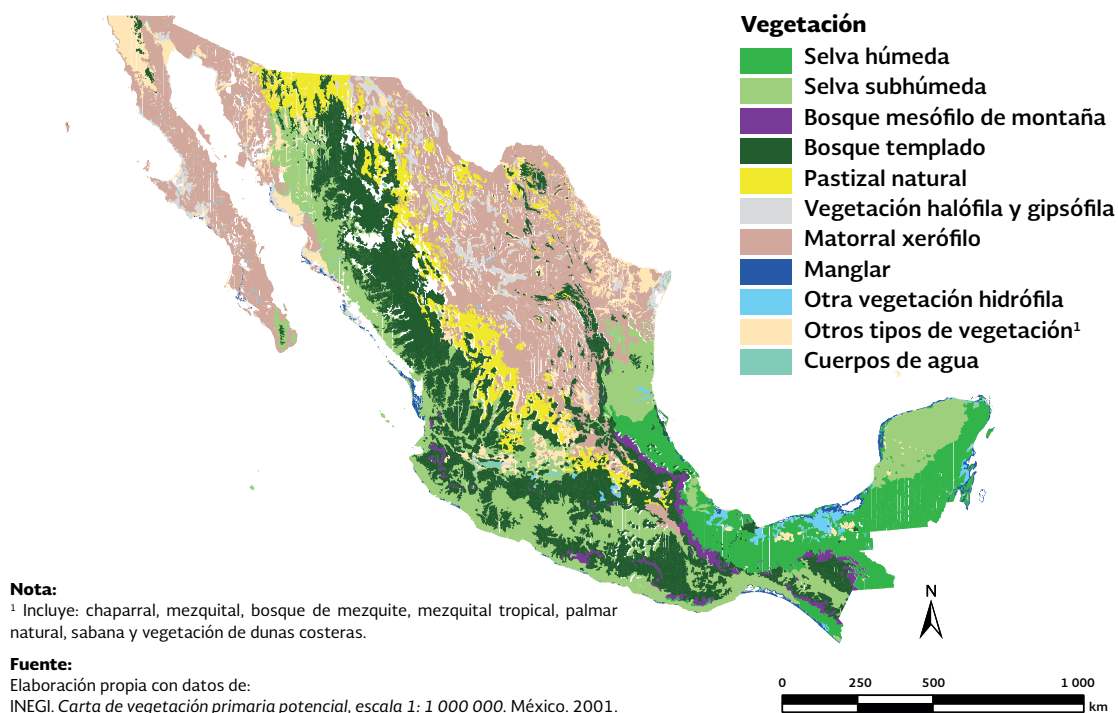
De los inventarios de uso del suelo disponibles, los más directamente comparables son las Cartas de Uso del Suelo y Vegetación Series I, II, III y IV, a escala 1: 250 000, elaboradas por el INEGI. La Serie I se basa

en la interpretación de fotografías aéreas en su mayoría de los años 70, mientras que las Series II, III y IV se crearon a partir de imágenes de satélite registradas en 1993, 2002 y 2007, respectivamente. Por otro lado, el INEGI también elaboró la Carta de Vegetación Primaria Potencial, a escala 1: 1 000 000, que describe la vegetación que probablemente cubría el territorio nacional antes de ser transformado por las actividades humanas.

De acuerdo a la Carta de Vegetación Primaria Potencial (Mapa 2.5), los matorrales ocuparon 29% del territorio, seguidos por las selvas (28%) y los bosques (24%; Figura 2.4). Para los años setenta (según la Serie I) se mantenía tan sólo el 75% de la superficie original de bosques y, en el caso de las selvas, la cifra era del 69% (Figura 2.2). Cerca de treinta años después, en 2007, se conservaba el 73% de la superficie original de bosques, 58% de las selvas, 90% de los matorrales y el 61% de los pastizales, lo

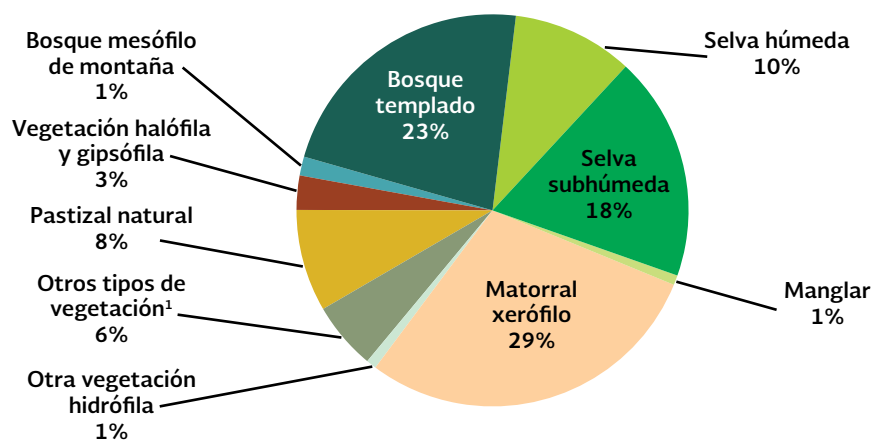
Vegetación primaria potencial en México

Mapa 2.5



Vegetación primaria potencial en México

Figura 2.4



que representa una pérdida neta de poco más de 23 millones de hectáreas de selvas, casi 13 millones de bosques, 5.5 millones de matorrales y cerca de 6.4 millones de pastizales. Aun cuando la mayor parte de

estas transformaciones ocurrieron antes de los años setenta, en las últimas décadas se registran aún pérdidas importantes (mayores a las 100 mil ha anuales), particularmente en el caso de selvas y matorrales (Tabla 2.2).

Uso del Suelo y Vegetación en México: vegetación potencial, 1976¹, 1993, 2002 y 2007

Tabla 2.2

Formación vegetal	Tipo de vegetación	Superficie (ha)				
		Potencial	Año			
			1976	1993	2002	2007
Bosque mesófilo de montaña	Bosque mesófilo de montaña	3 088 256	1 838 523	1 813 946	1 825 209	1 841 777
Bosque templado	Bosque de ayarín	37 863	25 739	40 045	40 008	39 960
	Bosque de cedro	868	2 501	2 521	2 314	2 146
	Bosque de encino	16 544 438	10 926 831	11 394 691	11 249 497	11 238 348
	Bosque de encino-pino	5 644 967	4 026 438	4 322 085	4 306 491	4 311 767
	Bosque de oyamel	402 462	164 848	147 520	142 269	149 040
	Bosque de pino	10 310 430	7 575 650	7 538 064	7 453 237	7 604 304
	Bosque de pino-encino	10 634 315	8 808 362	8 939 085	8 812 550	8 619 508
	Bosque de táscate	378 835	343 836	326 416	333 895	334 636
	Matorral de coníferas	1 445	70	911	975	977
	Bosque bajo abierto	-	1 349 348	-	-	-
Selva húmeda	Selva alta perennifolia	9 833 140	4 582 495	3 830 625	3 440 924	3 315 380
	Selva alta subperennifolia	100 035	149 132	176 189	160 883	165 645
	Selva baja perennifolia	78 306	61 535	55 980	46 774	42 809
	Selva baja subperennifolia	1 432 078	1 408 285	-	11 456	-
	Selva mediana subperennifolia	7 811 775	6 480 234	5 847 411	5 807 647	5 630 874
	Selva mediana perennifolia	-	1 528	1 098	636	636
Selva subhúmeda	Matorral subtropical	3 787 854	2 825 997	1 355 489	1 349 322	1 330 853
	Selva baja caducifolia	20 540 764	16 412 025	15 465 672	14 503 777	14 348 539
	Selva baja espinosa	4 292 140	895 062	-	-	-
	Selva baja subcaducifolia	49 666	69 949	74 511	70 770	68 459
	Selva mediana caducifolia	975 425	120 931	1 108 817	1 109 641	1 052 492
	Selva mediana subcaducifolia	6 224 708	4 765 127	4 609 236	4 661 554	4 345 838
	Selva baja espinosa caducifolia	-	-	705 012	749 682	701 320
	Selva baja espinosa subperennifolia	-	-	1 034 448	1 024 229	1 099 144
Manglar	Manglar	1 450 899	1 045 328	914 610	924 655	945 840
Matorral Xerófilo	Matorral crasicaule	2 170 405	2 233 169	1 589 640	1 560 151	1 546 897
	Matorral desértico micrófilo	22 852 473	22 810 128	22 024 843	21 575 997	21 269 873
	Matorral desértico rosetófilo	10 666 689	10 604 170	10 647 796	10 559 439	10 668 064

Formación vegetal	Tipo de vegetación	Superficie (ha)				
		Potencial	Año			
			1976	1993	2002	2007
Matorral xerófilo	Matorral espinoso tamaulipeco	5 152 485	4 248 913	3 456 304	3 413 719	3 401 961
	Matorral rosetófilo costero	561 387	482 348	490 115	475 058	472 360
	Matorral sarcocaulé	5 681 886	6 362 147	5 425 573	5 313 596	5 288 166
	Matorral sarcocrasicaulé	2 493 412	1 138 456	2 373 235	2 321 643	2 313 565
	Matorral sarcocrasicaulé de neblina	758 616	537 246	580 515	568 968	566 380
	Matorral submontano	3 375 389	3 127 365	2 817 715	2 826 823	2 759 804
	Vegetación de desiertos arenosos	2 207 778	2 274 278	2 172 960	2 167 071	2 157 567
	Huizachal	-	56 602	-	-	-
Otra vegetación hidrófila	Vegetación de galería	189 465	217 923	175 515	138 031	151 016
	Vegetación subacuática	1 540 618	-	-	-	-
	Popal	-	94 379	157 855	131 630	130 542
	Tular	-	1 057 879	894 416	935 734	912 644
	Bosque de galería	-	36 182	24 980	21 488	22 642
	Selva de galería	-	3 348	2 782	4 940	4 384
	Petén	-	-	44 708	45 005	45 395
	Vegetación halófila hidrófila	-	-	-	-	380 100
Pastizal natural	Pastizal natural	16 257 438	9 360 617	10 412 369	10 299 231	9 879 726
	Pradera de alta montaña	21 643	17 873	17 069	16 587	16 699
	Pastizal - huizachal	-	606 553	-	-	-
Vegetación halófila y gipsófila	Pastizal gipsófilo	72 938	69 195	42 306	45 318	41 428
	Pastizal halófilo	1 944 666	1 806 681	1 922 640	1 975 152	1 838 922
	Vegetación gipsófila	37 211	56 546	46 149	46 035	17 636
	Vegetación halófila	3 281 630	3 093 345	3 138 707	2 971 160	2 532 682
Otros tipos de vegetación	Área sin vegetación aparente	734 929	834 741	957 282	954 090	977 773
	Chaparral	2 205 736	3 147 347	2 141 152	2 097 199	2 082 661
	Mezquital	7 464 372	3 640 295	3 087 510	2 940 159	2 402 937
	Bosque de mezquite	-	-	-	-	306 656
	Mezquital tropical	-	-	-	-	165 262
	Palmar natural	521	138 649	12 741	13 781	19 020

Uso del Suelo y Vegetación en México: vegetación potencial, 1976¹, 1993, 2002 y 2007 (conclusión)

Tabla 2.2

Formación vegetal	Tipo de vegetación	Superficie (ha)				
		Potencial	Año			
			1976	1993	2002	2007
Otros tipos de vegetación	Sabana	381 187	707 250	292 690	207 541	191 170
	Vegetación de dunas costeras	237 127	176 299	169 125	155 472	153 782
	Palmar inducido	-	-	112 103	105 098	95 776
Pastizal inducido o cultivado	Pastizal cultivado	-	8 509 055	11 315 320	12 422 468	12 838 760
	Pastizal inducido	-	5 810 142	6 218 119	6 335 440	6 051 571
	Sabanoide	-	-	170 904	144 090	129 450
Plantación forestal	Bosque cultivado	-	30 622	25 465	32 011	37 232
	Bosque inducido	-	-	290	4 825	4 504
Zonas urbanas o desprovisto de vegetación	Zona urbana	-	199 948	1 108 232	1 108 256	1 120 830
	Asentamientos humanos	-	-	-	152 001	476 746
	Área desprovista de vegetación	-	-	6 031	14 263	20 811
Total		193 910 669	167 369 466	163 779 539	162 127 865	160 683 682

Nota:

¹ Los datos que se asignan para 1976 corresponden a las fotografías satelitales tomadas en su mayoría a lo largo de los años setenta.

Fuentes:

Elaboración propia con datos de:

INEGI. *Carta de vegetación primaria potencial, escala 1: 1000 000*. México. 2001.

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie I (1968-1986), escala 1: 250 000*. México. 2003.

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie II (Reestructurada) (1993), escala 1: 250 000*. México. 2004.

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III (2002), escala 1: 250 000 (Continuo Nacional)*. México. 2005.

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV (2007), escala 1: 250 000*. México. 2011.

En el periodo comprendido entre la década de los años setenta y 1993², se perdieron alrededor de 8.3 millones de hectáreas de vegetación natural (equivalente al 5.5% de la superficie remanente), todo ello a un ritmo promedio de 490 mil hectáreas por año. Del total de la superficie transformada, 3.5 millones de hectáreas correspondieron a selvas (que cambiaron de uso a una velocidad promedio de 206 mil ha anuales), 537 mil de bosques (32 mil por año) y 2.3 millones de matorrales (135 mil anuales; Figura 2.5a). De estos ecosistemas, las selvas fueron las que se perdieron más aceleradamente (al 0.57% anual), seguidas por los matorrales (0.26%) y los bosques (0.09%; Figura 2.5b e **IB 6.1-1**).

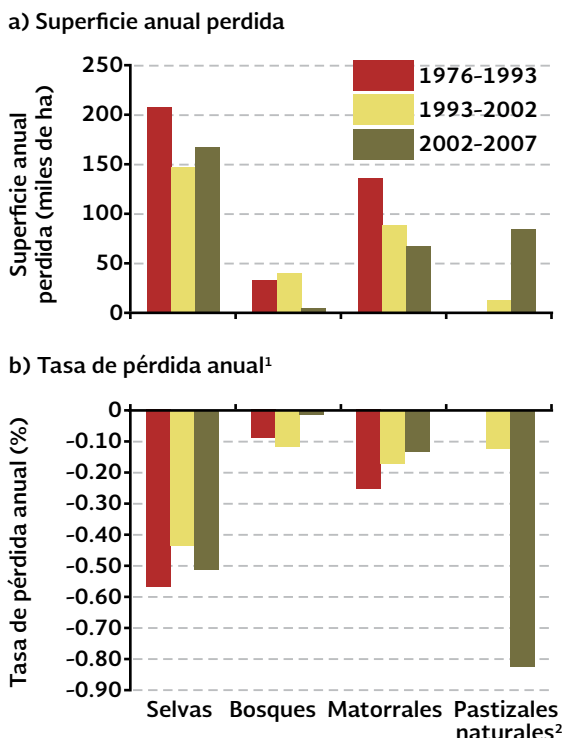


Entre 1993 y 2002, la vegetación natural transformada a otros usos del suelo sumó poco más de 3 millones de hectáreas, lo que equivale a una pérdida cercana a las 336 mil hectáreas anuales en promedio, cifra menor a la registrada entre los años setenta y 1993. La formación que perdió mayor superficie entre estos años fueron las selvas, con alrededor de 1.3 millones de hectáreas (al 0.4% anual), seguidas por los matorrales (cerca de 796 mil al 0.17% anual), los bosques (359 mil al 0.12%, tasa mayor a la registrada en el periodo anterior) y los pastizales naturales (que perdieron cerca de 114 mil ha al 0.12% anual; Figura 2.5).

² Las estimaciones de las tasas de cambio entre las Series I y II de las Cartas de Uso del Suelo y Vegetación que se mencionan a lo largo del texto deben tomarse con cautela en virtud de que se ha considerado como fecha para la primera de ellas al año de 1976, siendo que en realidad esa es la fecha que se les adjudica a un conjunto de fotografías satelitales tomadas en su mayoría a lo largo de la década de los años setenta.

Superficie perdida y tasa de cambio anuales para selvas, bosques, matorrales y pastizales en México, 1976 - 2007

Figura 2.5



Notas:

¹ Se calculó con la fórmula $r = ((s_t/s_i)^{(1/t)} \times 100) - 100$, donde r es la tasa, s_t y s_i son las superficies para los tiempos final e inicial, respectivamente, y t es el tiempo transcurrido entre fechas.

² La tasa de cambio de los pastizales para el periodo 1976-1993 no se pudo calcular, debido a la agregación que muestran los pastizales con otros tipos de vegetación en la fuente original.

Fuentes:

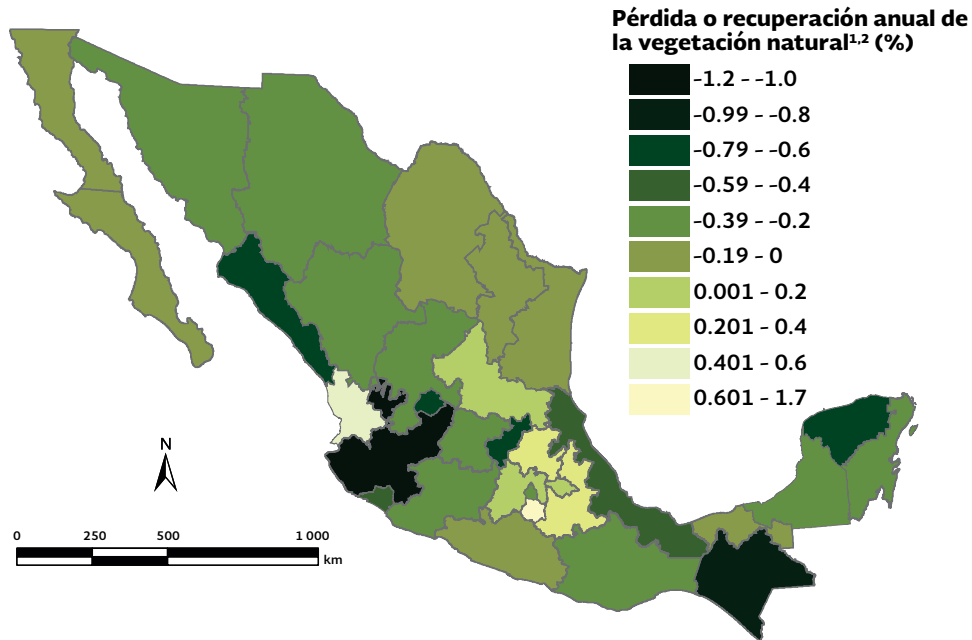
Elaboración propia con datos de:
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie I (1968-1986)*, escala 1: 250 000. México. 2003.
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie II (Reestructurada) (1993)*, escala 1: 250 000. México. 2004.
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III (2002)*, escala 1: 250 000 (Continuo Nacional). México. 2005.
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.

Recientemente, aunque la transformación de la vegetación disminuyó en algunos casos, las pérdidas siguieron siendo importantes. Entre 2002 y 2007, se eliminaron 1.9 millones de hectáreas de vegetación natural, a un ritmo de poco más de 382 mil hectáreas anuales (cifra mayor a la observada entre los años 1993 y 2002). De la superficie total transformada, poco más de 835 mil hectáreas correspondieron

a selvas, 419 mil a pastizales y 338 mil a matorrales. Destaca el caso de los bosques, que sólo perdieron 24 mil hectáreas en este periodo, es decir, cerca de 5 mil hectáreas por año, esto es cerca de ocho veces menos que la superficie perdida anualmente entre 1993 y 2002 (Figura 2.5). Es importante mencionar que estas cifras no deben confundirse con los datos de deforestación reportados por México a la FAO, pues corresponden a pérdidas netas de vegetación en periodos diferentes. Las cifras de deforestación se describen más adelante en este capítulo.

Entre 2002 y 2007, los estados que perdieron más rápidamente su vegetación natural fueron Jalisco (1.1% anual), Chiapas (0.82%), Aguascalientes (0.78%) y Yucatán (0.77%; Mapa 2.6). En contraste, algunos estados han recuperado su cubierta natural, como son los casos de Hidalgo (0.2% anual), Puebla (0.37%), Nayarit (0.47%) y Morelos (1.68%).

Es importante señalar que, paralelamente a la pérdida de superficie, también se degradan grandes extensiones de la cubierta primaria remanente; éstas incluso exceden, para algunos periodos, la superficie transformada de ciertas formaciones vegetales. Por ejemplo, entre 1976 y 1993 se degradaron alrededor de 16 millones de hectáreas de vegetación natural, esto es, cerca del doble de la superficie natural que fue transformada a otros usos del suelo en el mismo periodo. Tan sólo las selvas, bosques y matorrales perdieron en conjunto entre esos años cerca de 13 millones de hectáreas de vegetación primaria, lo que equivalió al 16, 31 y 5%, respectivamente, de su superficie a inicios del periodo (Figura 2.6a). No obstante, debe mencionarse que la pérdida de la vegetación primaria (tanto en términos netos como relativos) ha disminuido entre la década de los años setenta y fechas recientes. Mientras que entre 1976 y 1993 se perdían 940 mil hectáreas de vegetación natural primaria por año (al 0.8% anual), entre 1993 y 2002 fueron 525 mil (0.51%) y en el periodo 2002-2007 sumaron 496 mil hectáreas anuales (0.5%).



Notas:

¹ Se calculó con la fórmula $r = (((s_2/s_1)^{(1/t)}) \times 100) - 100$, donde r es la tasa, s_2 y s_1 son las superficies para los tiempos final e inicial, respectivamente, y t es el tiempo transcurrido entre fechas.

² Tasas negativas significan pérdida de vegetación, mientras que cifras positivas denotan recuperación de la vegetación natural.

Fuentes:

Elaboración propia con datos de:

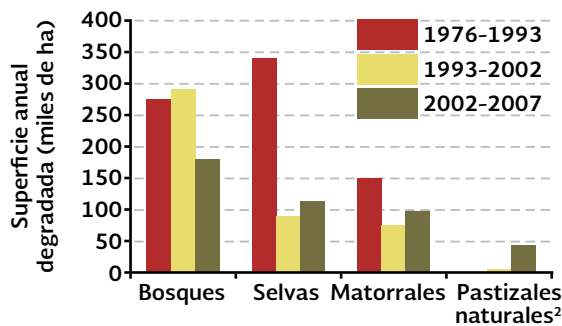
INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III (2002)*, escala 1: 250 000 (Continuo Nacional). México. 2005.

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.

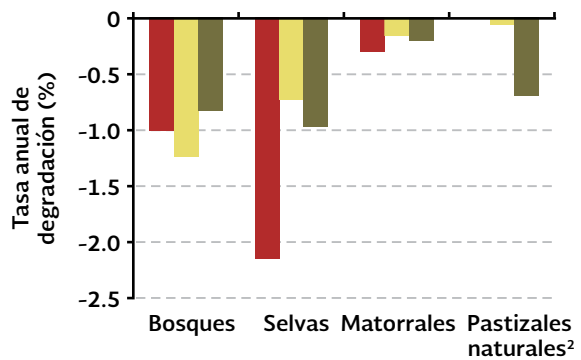
Degradación de la vegetación y tasa anual de degradación de selvas, bosques, matorrales y pastizales en México, 1976 - 2007

Figura 2.6

a) Superficie anual degradada



b) Tasa anual de degradación¹



Notas:

¹ Se calculó con la fórmula $r = (((s_2/s_1)^{(1/t)}) \times 100) - 100$, donde r es la tasa, s_2 y s_1 son las superficies para los tiempos final e inicial, respectivamente, y t es el tiempo transcurrido entre fechas.

² La tasa de cambio de los pastizales para el periodo 1976-1993 no se pudo calcular, debido a la agregación que muestran los pastizales con otros tipos de vegetación en la fuente original.

Fuentes:

Elaboración propia con datos de:

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie I (1968-1986)*, escala 1: 250 000. México. 2003.

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie II (Reestructurada) (1993)*, escala 1: 250 000. México. 2004.

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III (2002)*, escala 1: 250 000 (Continuo Nacional). México. 2005.

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.

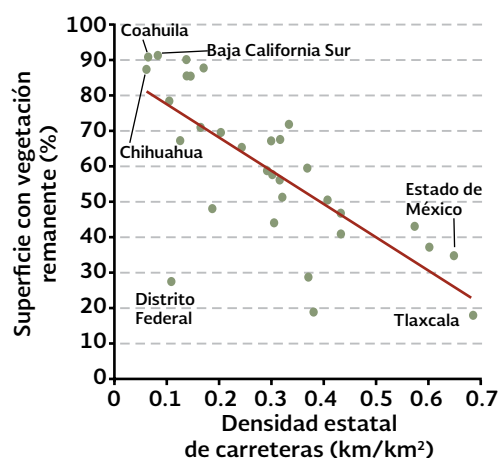
La construcción de infraestructura (que incluye, además de caminos y carreteras, la ampliación del tendido eléctrico y la construcción de presas) también puede afectar la superficie remanente y la continuidad de la vegetación natural. Produce, entre sus efectos más significativos y dependiendo de la magnitud y tipo de obra, la pérdida y alteración de los ecosistemas, la fragmentación de las áreas remanentes de vegetación y, en el caso de caminos y carreteras, pueden constituir obstáculos para la migración de ciertas especies de animales y ocasionar su muerte por atropellamiento.

En el país, la infraestructura carretera creció 69 183 kilómetros entre 1997 y 2010, pasando de 302 753 kilómetros a 371 936 kilómetros, es decir, aumentó cerca de 5 300 kilómetros por año. A pesar de que no existe un estudio formal acerca de los impactos ambientales del crecimiento de la infraestructura carretera en el país, si se examina la relación que existe entre la densidad de caminos y la cubierta de vegetación natural, puede observarse que, en general, los estados con mayor densidad de caminos son aquellos con la menor proporción de su superficie cubierta con vegetación natural remanente (Figura a; Mapa a). Estados como Tlaxcala, que tiene la mayor densidad de carreteras (cerca de 0.66 km/km²), posee la menor cobertura natural del país (18.2% de su superficie); en el otro extremo,

Chihuahua (con la menor densidad de carreteras, 0.053 km/km²) conserva el 88.1% de su vegetación natural. Es importante mencionar que aunque la apertura de caminos no es el único factor que favorece la desaparición de los ecosistemas naturales terrestres, sí tiene un efecto negativo al propiciar la colonización y el desarrollo de nuevos centros de población o explotación de recursos naturales. Ejemplos de este fenómeno han sido observados con la apertura de caminos en las selvas húmedas de la Amazonía brasileña (UNEP, 2005).

Relación entre la densidad de carreteras y la vegetación natural remanente en México, 2010

Figura a

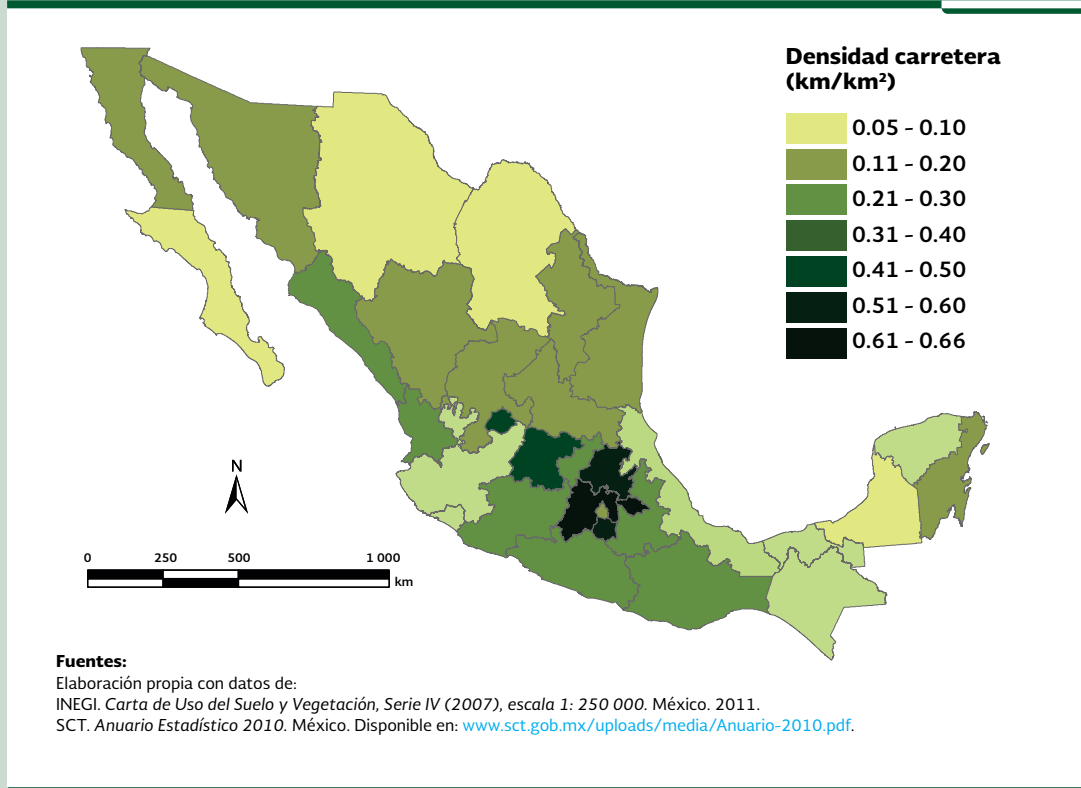


Fuentes:

Elaboración propia con datos de:
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.
 SCT. *Anuario Estadístico 2010*. México. Disponible en: www.sct.gob.mx/uploads/media/Anuario-2010.pdf.

Densidad de la infraestructura carretera en México, 2010

Mapa a

**Referencia:**

UNEP. *One planet many people: an atlas of our changing environment*. Nairobi. 2005.

Entre 2002 y 2007, los estados en los que se degradó más rápidamente la cubierta natural primaria fueron Guerrero (al 4.4% anual), Colima (3.7%), Aguascalientes (2.9%), Morelos y el estado de México (cada uno al 2.2%; Mapa 2.7). En contraste, la cubierta primaria se recuperó ligeramente en los estados de Tlaxcala (al 0.03% anual), Nuevo León (0.1%), Veracruz (0.2%), Baja California (0.6%) y Nayarit (0.8%).

En general, las selvas han sido los ecosistemas terrestres del país que han sufrido las mayores transformaciones y afectaciones por las actividades humanas, tanto por la extensión eliminada (poco más de 23 millones de

hectáreas hasta 2007; permanece cerca del 58% de su extensión original) como por la superficie degradada (sólo el 36% de las selvas actualmente existentes son primarias). Caso particularmente preocupante es el de las selvas subhúmedas del país, de las cuales las cartas de uso del suelo muestran una tendencia creciente en la superficie transformada anualmente: poco más de 43 mil hectáreas entre 1976 y 1993, 98 mil entre 1993 y 2002 y 104 mil entre 2002 y 2007.

Considerando la superficie neta perdida, a las selvas les siguen los bosques, que se han reducido en cerca de 13 millones de hectáreas y cuya extensión alcanza ahora tan sólo el

73% de su extensión original. Por su parte, los matorrales desérticos redujeron su extensión de aproximadamente 56 millones de hectáreas (su probable extensión original) a 50.4 millones. Estas pérdidas son particularmente importantes si se considera que las selvas y los matorrales desérticos son dos ecosistemas ricos en biodiversidad y, en particular, que los matorrales concentran una gran cantidad de especies endémicas (ver el capítulo de *Biodiversidad*).

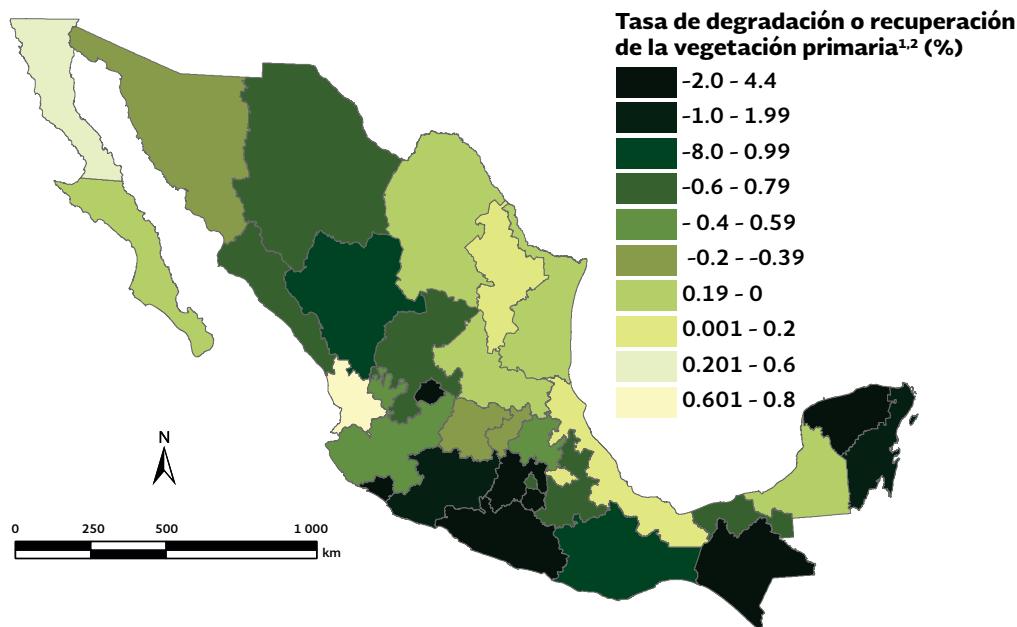
Contrariamente, los terrenos agropecuarios se han expandido continuamente. En los años setenta, los pastizales dedicados a la ganadería ocupaban una superficie de más de 14.3 millones de hectáreas, en tanto que los terrenos agrícolas ocupaban unos 26 millones. De la década de los 70 a 1993, este tipo de coberturas antrópicas aumentaron conjuntamente su extensión en 6.3 millones de hectáreas, hasta cubrir una superficie total de 46.6 millones de hectáreas (crecieron

cerca de 368 mil ha por año). De 2002 a 2007, los pastizales cultivados o inducidos aumentaron su superficie poco más de 132 mil hectáreas y, en conjunto, las áreas dedicadas a la agricultura y a pastizales destinados al ganado se incrementaron en casi 1.5 millones de hectáreas hasta alcanzar una extensión total de 51.1 millones de hectáreas.

La transformación de la vegetación hacia actividades agropecuarias es siempre más intensa si se trata de vegetación secundaria que de primaria. Este fenómeno de una primera degradación o alteración de la vegetación seguida por la eventual transformación a otros usos del suelo es, sin duda, responsable en gran medida de la elevada tasa de pérdida de la vegetación natural que se experimenta en México. La dinámica de cambios entre diferentes usos puede visualizarse como un flujo de terrenos que pasan de una forma de uso a otra distinta, tal y como se ilustra esquemáticamente en la Figura 2.7.

Tasa de degradación o recuperación de la vegetación natural primaria, 2002 - 2007

Mapa 2.7



Notas:

¹ Se calculó con la fórmula $r = (((s_2/s_1)^{(1/t)}) \times 100) - 100$, donde r es la tasa, s_2 y s_1 son las superficies para los tiempos final e inicial, respectivamente, y t es el tiempo transcurrido entre fechas.

² Tasas negativas significan la degradación de la vegetación primaria, mientras que cifras positivas denotan su recuperación.

Fuentes:

Elaboración propia con datos de:

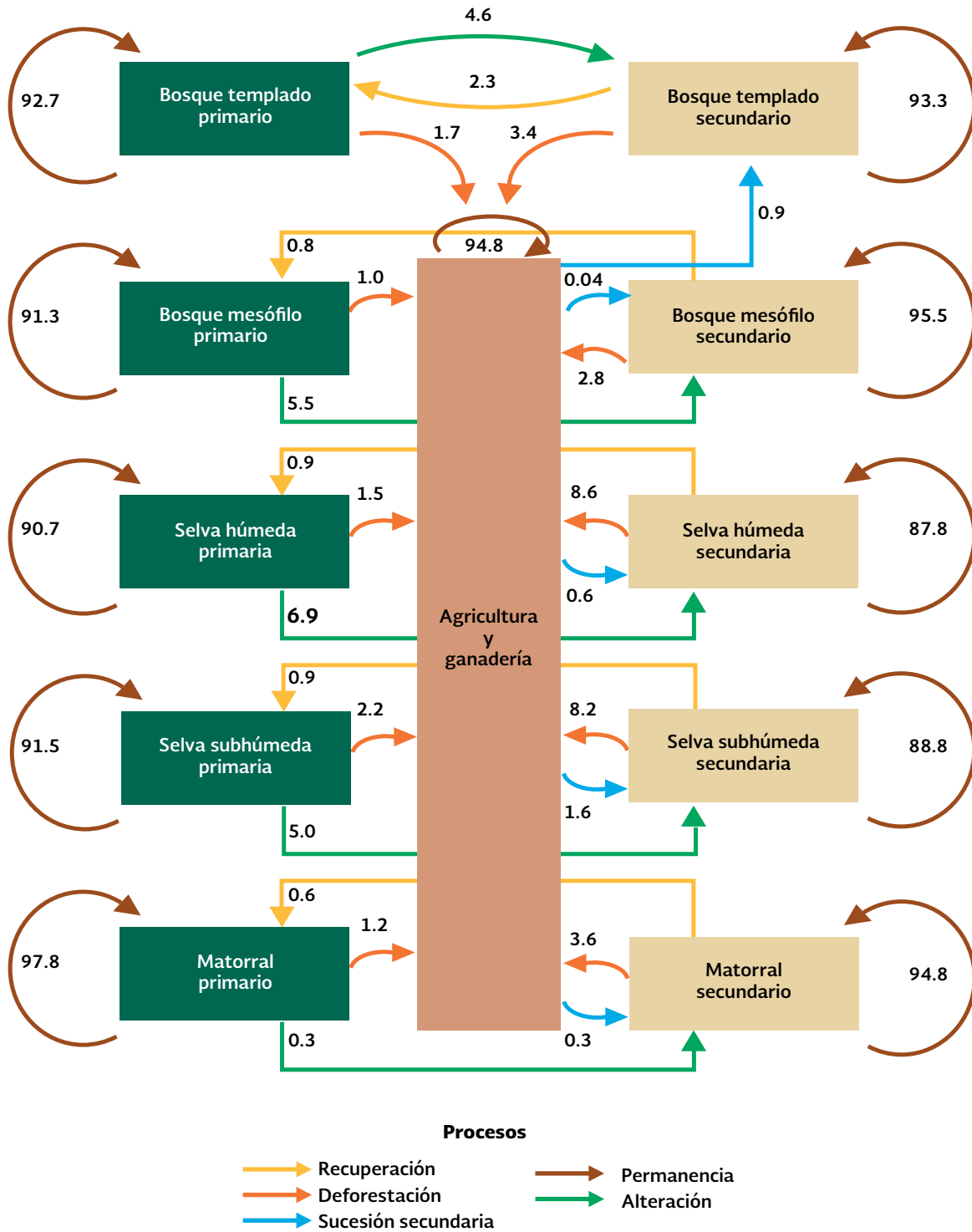
INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III (2002)*, escala 1: 250 000 (Continuo Nacional). México. 2005.

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.

Modelo del cambio de uso del suelo

Las probabilidades de cambio (expresadas en porcentaje) corresponden al periodo 2002 - 2007.

Figura 2.7



Fuentes:

Elaboración propia con datos de:
 INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III (2002), escala 1: 250 000 (Continuo Nacional). México. 2005.
 INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV (2007), escala 1: 250 000. México. 2011.

PROCESOS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

De los procesos que determinan el cambio en el uso del suelo, algunos han recibido especial atención, como son los casos de la deforestación (es decir, el cambio permanente de una cubierta dominada por árboles hacia una que carece de ellos³), la alteración (también llamada degradación y que implica una modificación inducida por el hombre en la vegetación natural, pero no un reemplazo total de la misma) y la fragmentación (la transformación del paisaje dejando pequeños parches de vegetación original rodeados de superficie alterada). El cambio de uso del suelo en matorrales no ha recibido un nombre específico, aunque a veces se le incluye bajo el rubro de desertificación, en el sentido de que se trata de “degradación ambiental en zonas áridas” (aunque la desertificación también incluye a las zonas subhúmedas y semiáridas). De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, los matorrales de las zonas áridas y semiáridas del país también se consideran como vegetación forestal, por lo que bien se podría aplicar el término deforestación, aunque para diversos órganos internacionales la deforestación se restringe a zonas arboladas.

DEFORESTACIÓN

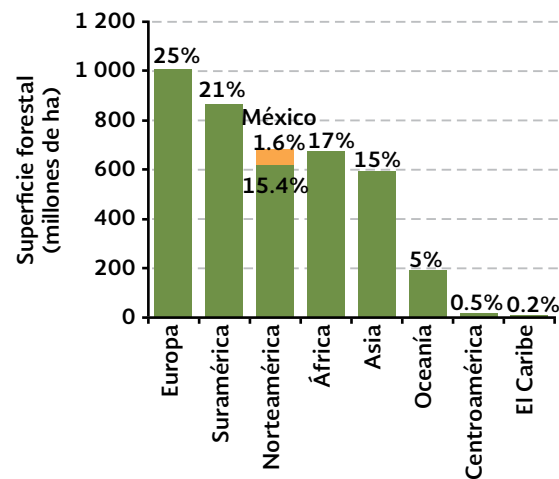
Los principales motivos de preocupación mundial en torno a la deforestación se refieren a la pérdida de la biodiversidad y de los servicios ambientales que prestan los bosques y selvas, así como al calentamiento global. Los bosques proporcionan servicios de gran importancia: forman y retienen los suelos evitando así la erosión, favorecen la infiltración del agua al subsuelo alimentando los mantos freáticos, purifican el agua y el aire, y son reservorio de una gran biodiversidad. Además, son fuente de bienes de consumo tales como madera, leña, alimentos y otros “productos forestales no maderables” (como por ejemplo, alimentos, fibras y medicinas, entre otros).

De acuerdo con la FAO (2010), que considera que una zona forestal es aquella que tiene al menos un 10% de su superficie cubierta por las copas de árboles, en 2010 los bosques mundiales cubrían poco más de 4 mil millones de hectáreas, es decir, alrededor del 31% de la superficie terrestre del planeta. El mayor remanente se encuentra en Europa (25% del área forestal mundial), seguido por Suramérica (21%) y Norteamérica (17%, al cual México contribuye con el 1.6%; Figura 2.8).

Según esa evaluación, la deforestación mundial, sobre todo para convertir los bosques a tierras agrícolas, se ha mantenido en niveles altos en las últimas décadas. Aunque el ritmo neto de pérdida durante los últimos diez años ha disminuido con respecto a la década anterior (1990-2000: 8.3 millones de hectáreas por año, a una tasa de 0.2% anual), la pérdida sigue siendo alta: para el periodo 2000-2005 se calculó en 4.8 millones de hectáreas anuales (al 0.12% anual) y para 2005-2010 se elevó a cerca de 5.6 millones (al 0.14% anual).

Zonas forestales en diferentes regiones del mundo, 2010¹

Figura 2.8



Nota:

¹ Los porcentajes por encima de las barras corresponden a la contribución regional a la superficie forestal global. No suman 100% por efectos de redondeo.

Fuente:

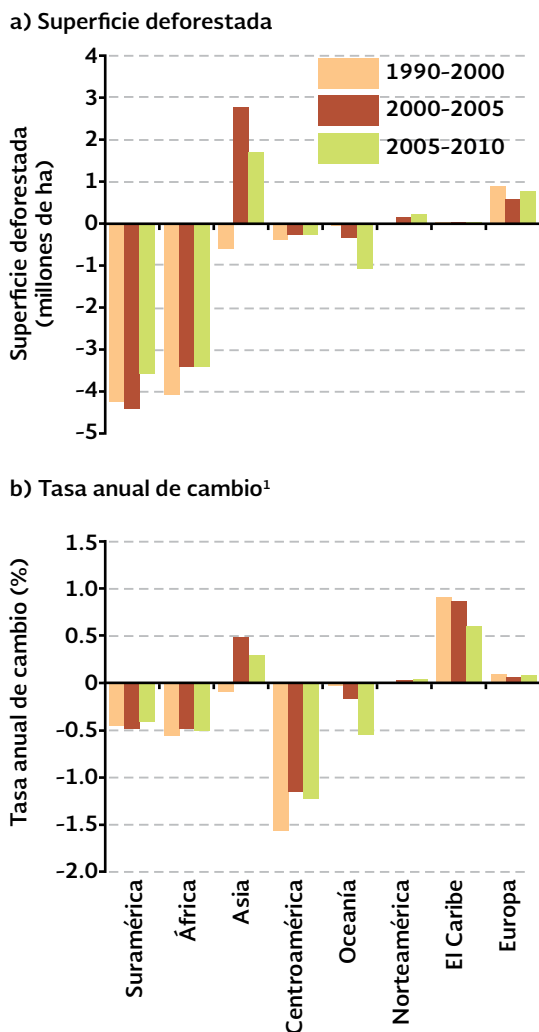
FAO. *Global Forest Resources Assessment 2010*. Roma, 2010.

³ La FAO considera la deforestación como el cambio permanente de la cubierta forestal a una superficie con una cobertura de las copas de los árboles menor al 10%, con el consecuente cambio de uso del suelo (FAO, 2010).

En el periodo 1990-2010, Suramérica fue la región que perdió la mayor superficie neta de bosques (12.2 millones de ha); no obstante, se observó una tendencia a la reducción en la pérdida de los bosques de esa región en el periodo 2005-2010 (3.6 millones de ha; Figura 2.9a). En pérdida neta le siguen África (que entre 1990 y 2010 redujo su cubierta en cerca

Deforestación en el mundo por superficie y tasa anual según región, 1990 - 2010

Figura 2.9

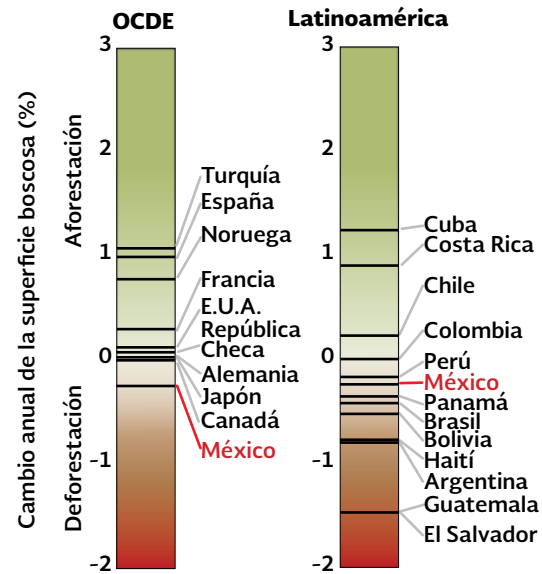


Nota:
¹ Se calculó con la fórmula $r = (((s_2/s_1)^{(1/t)} \times 100) - 100)$, donde r es la tasa, s_2 y s_1 son las superficies para los tiempos final e inicial, respectivamente, y t es el tiempo transcurrido entre fechas.

Fuente:
 FAO. *Global Forest Resources Assessment 2010*. Roma. 2010.

México en el mundo: tasas de deforestación 2005 - 2010 para países de la OCDE y de Latinoamérica

Figura 2.10



Fuente:
 Elaboración propia con datos de:
 FAO. *Forest Resources Assessment 2010*. Roma. 2010.

de 10.9 millones de ha), Oceanía (que lo hizo en 1.4 millones de ha) y Centroamérica (870 mil ha). Por el contrario, en Europa las superficies forestales se incrementaron en esos 20 años en 2.2 millones de hectáreas, mientras que en Asia y Norteamérica comenzaron a hacerlo desde el año 2000, acumulando diez años después un total de 4.5 millones y 408 mil hectáreas, respectivamente.

Sin embargo, cuando la comparación se realiza considerando las tasas de deforestación, el panorama es distinto. Centroamérica, Oceanía y África son las regiones con las mayores estimaciones para el periodo 2005-2010 (Figura 2.9b). Siguiendo las comparaciones internacionales, México es el único de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en el que los bosques siguen reduciéndose (Figura 2.10).

Periodo	Referencia	Superficie deforestada (miles de hectáreas/año)
1976-2000	Velázquez et al., 2002	350
1980-1990	SARH, 1990	329
1980-1990	SARH, 1991	316
Mediados de los ochenta	Masera et al., 1992	668
1988-1994	Castillo et al., 1989	746
1990-2000	FAO, 2010	354
1993-2000	Velázquez et al., 2002	776
2000-2005	FAO, 2010	235
2005-2010	FAO, 2010	155

El tema de la deforestación en México se ha caracterizado por la gran disparidad en las estimaciones que diferentes fuentes arrojan sobre el tema. Tan sólo en los últimos veinte años se han generado cifras que van desde las 155 mil hasta 776 mil hectáreas al año (Tabla 2.3). Las estimaciones oficiales más recientes corresponden a los Informes Nacionales de México presentados por la Comisión Nacional Forestal (Conafor) en el marco de la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (*Forest Resources Assessment, FRA*) que realizó la FAO para sus ediciones 2000, 2005 y 2010. Los cálculos se basaron en comparaciones espacialmente explícitas de las áreas con vegetación forestal para los periodos 1990-2000 (empleando las Cartas de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, Series II y III) y 2005-2010 (con base en las Series III y IV).

La estimación más reciente de la Conafor reportada a la FAO, que abarca el periodo 2005-2010, alcanza las 155 mil hectáreas

deforestadas por año. De esta manera, de acuerdo con los informes para la FAO, entre 1990 y 2010 se observa una tendencia a la reducción de la superficie deforestada anualmente en el país: mientras que entre 1990 y 2000 se calcula que se perdían 354 mil hectáreas anuales, esta cifra se redujo a 235 mil y 155 mil para los periodos 2000-2005 y 2005-2010, respectivamente.

La deforestación depende de varios factores, pero uno muy importante es el económico, donde se favorecen las actividades que permiten la mayor ganancia a corto plazo. La explotación de madera para satisfacer el mercado impulsa la deforestación de los bosques, principalmente los dominados por una especie, lo que hace rentable su explotación intensiva aun a pesar de que los precios sean relativamente bajos. Los modelos económicos predicen que los precios de la madera promueven el cambio de uso del suelo cuando son altos, pues entonces se

deforesta para vender, o cuando son bajos, pues entonces no hay ningún incentivo para conservar el área forestal. De igual forma, el aumento de los precios de los productos agropecuarios provoca la deforestación, pues entonces los usos no forestales del suelo son más redituables.

Asimismo, un bosque tiene poco valor económico cuando la extracción selectiva lo ha desprovisto de los árboles más cotizados. Aunque esta actividad no retira de manera inmediata la cubierta forestal, su secuela es la deforestación, ya que los productores pueden obtener un mayor beneficio económico al eliminar los bosques empobrecidos y emprender otras actividades productivas en estos predios. Esta lógica permite explicar por qué los bosques y las selvas perturbadas son luego desmontados y convertidos a terrenos dedicados a las actividades agropecuarias en mayor proporción que la vegetación primaria. La alteración seguida por la deforestación es la ruta de cambio de uso del suelo más frecuente en México, especialmente cuando se trata de selvas (ver Figura 2.7).

Igual que como sucede a nivel mundial, en México las actividades agropecuarias han sido identificadas como las mayores responsables de la deforestación, seguidas en importancia por los desmontes ilegales, aunque las cifras sobre esta actividad son necesariamente incompletas y con grandes diferencias dependiendo de la fuente que se consulte. Por su parte, los incendios forestales también son una causa importante que promueve la deforestación. Hasta hace algunos años, era frecuente que una zona forestal incendiada no se recuperara debido a que era inmediatamente ocupada para otros usos del suelo, como el agropecuario o el urbano. Por esta razón, una fracción importante de los incendios eran provocados clandestinamente para invadir zonas de bosques protegidas por la ley o por las instituciones locales (ver más adelante en la sección de *Otras amenazas a los ecosistemas terrestres* más detalles respecto a los incendios forestales; ver Recuadro *Deforestación y emisiones de GEI*). Actualmente, cuando

una superficie forestal se quema, puede recuperarse después de un tiempo debido a que las autoridades no autorizan el cambio de uso del suelo, lo que también pretende promover la desaparición de esa práctica.

ALTERACIÓN DE BOSQUES Y SELVAS

Un proceso menos visible pero tal vez igualmente importante por sus efectos ambientales y económicos es la degradación o alteración de los bosques y selvas. Aunque este proceso no implica la remoción total de la cubierta arbolada (como sucede en el caso de la deforestación), puede ocasionar cambios importantes tanto en la composición específica como en la densidad de las especies que habitan estos ecosistemas, lo que a su vez afecta su estructura y funcionamiento.

La alteración de los ecosistemas naturales tiene también efectos negativos directos sobre los servicios ambientales, y con ello sobre la posibilidad de un aprovechamiento sostenible. De acuerdo con la evaluación global más reciente de los recursos forestales (FAO, 2010), desde el año 2000 se han perdido alrededor de 40 millones de hectáreas de bosques primarios en el mundo, dejando tan sólo el 36% de la superficie remanente en ese estado (Figura 2.11). El caso de México también es preocupante, ya que actualmente tan sólo el 36 y el 62% de las selvas y los bosques, respectivamente, son primarios según la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV. Por su parte, durante el periodo 2002-2007 la vegetación secundaria ha aumentado a un ritmo cercano a las 296 mil hectáreas por año (considerando tan sólo bosques y selvas), siendo los bosques templados los que han sufrido una degradación más intensa (poco más de 181 mil ha anuales), mientras que las selvas se degradaron a un ritmo de 115 mil hectáreas al año aproximadamente.

Tanto la deforestación como la alteración afectan negativamente a los bienes y servicios que proveen los ecosistemas naturales. El considerar de manera conjunta

Las comunidades vegetales dominadas por formas de vida arbórea constituyen enormes reservas de carbono en forma de materia orgánica. Estimaciones recientes señalan que los bosques del planeta almacenan unas 289 gigatoneladas (Gt¹) de carbono en la biomasa de los árboles (FAO, 2010). La eliminación de la cubierta forestal (principalmente por medio del fuego) libera carbono a la atmósfera, con lo que contribuye y exacerba el efecto invernadero y el cambio climático. De acuerdo a los cálculos del IPCC (2007), en el año 2004 la deforestación mundial (y en menor grado otras actividades forestales) fueron la tercera fuente más importante de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, con el 17% de la emisión total, después de la generación de energía y las actividades industriales. Según la FAO (2010), la deforestación ocurrida entre 2005 y 2010 redujo anualmente las existencias de carbono forestal en 0.5 Gt.

En el caso de México, se estima que anualmente, durante el periodo 2003-2006, las emisiones promedio nacionales de bióxido de carbono asociadas al cambio de uso del suelo forestal ascendieron a 7 189 gigagramos² (Gg) de bióxido de carbono, es decir, alrededor del 10.3% de las emisiones totales de CO₂ por cambio de uso del suelo y silvicultura para ese periodo (INE-Semarnat, 2010; **IB 1.2-2** y **1.2-3**). Dicha estimación fue menor que la registrada para el periodo 1990-2002 (11 445 Gg de CO₂ anuales), lo



cual puede explicarse por la reducción en el cambio de uso del suelo forestal registrado entre 2003 y 2006.

En el sentido inverso, la vegetación secuestra el carbono de la atmósfera a través de la fotosíntesis, la cual puede reducirse significativamente cuando se retira la vegetación o se cambia a ciertos usos del suelo. Ello explica también que la carencia de superficie forestal, fundamental para absorber nuestras emisiones de gases de efecto invernadero, produzca que la emisión de GEI sea el factor que más contribuye al fuerte “déficit ecológico” en la Huella Ecológica calculada para México (ver el capítulo de *Población*). Esto pone de manifiesto la importancia de mantener y acrecentar la cobertura vegetal para alcanzar el desarrollo sustentable.

Notas:

¹ Una gigatonelada equivale a mil millones de toneladas métricas.

² Un gigagramo equivale a 1 millón de kilogramos.

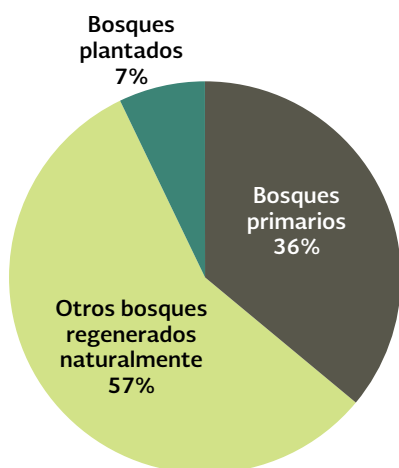
Referencias:

FAO. *Global Forest Resources Assessment 2010*. FAO. 2010.

Coordinación del Programa de Cambio Climático, INE, Semarnat. 2010.

Estado de los bosques del mundo, 2010

Figura 2.11



Fuente:
FAO. *Global Forest Resources Assessment 2010*. Roma. 2010.

a la deforestación y la alteración permite obtener una evaluación aproximada del ritmo de “deterioro” general de la vegetación. De la década de los setentas al 2007, la tasa anual de deterioro (considerando la deforestación más la degradación) de los bosques y selvas del país fue de cerca de 711 mil hectáreas por año, es decir, poco más de tres veces la tasa de deforestación *sensu stricto* para ese mismo periodo (213 mil ha por año; Figura 2.12).

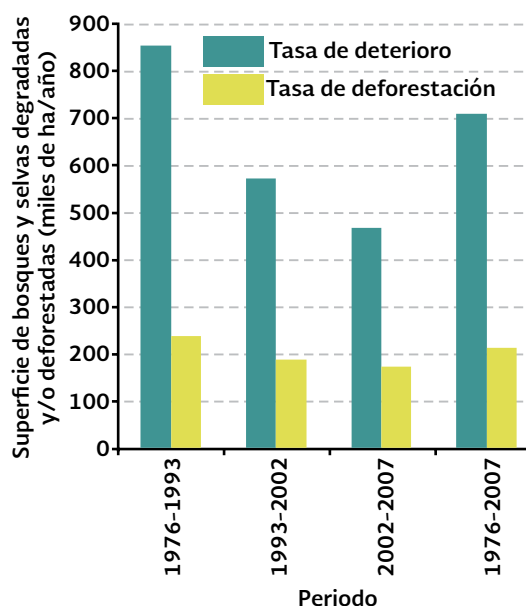
La vegetación forestal secundaria que cubre actualmente grandes extensiones del territorio nacional es el resultado tanto de la regeneración de sitios que fueron previamente deforestados, como del deterioro (sin remoción completa de árboles) de la vegetación primaria. Al menos en los últimos años, la vía más importante en este proceso es la segunda: entre 2002 y 2007 de la superficie que se convirtió a bosques y selvas secundarios, cerca del 47% provino de la regeneración de terrenos agropecuarios y el restante 53% de la degradación de bosques y selvas primarios.

La forma de alteración más semejante a la deforestación es la extracción selectiva de maderas. En cada hectárea de selva coexisten, a diferencia de los bosques templados, decenas de especies diferentes de árboles, la

mayoría de las cuales carecen de mercado, por lo que su aprovechamiento no es redituable. Dispersas entre éstos crecen otras especies de maderas preciosas, como la caoba (*Swietenia*) y el cedro rojo (*Cedrella*), que son taladas sin aprovechar las plantas circundantes. A la anterior se une otra forma de explotación de la madera, la extracción de árboles o ramas para obtener leña. A pesar de que la prohibición local de cortar leña en pie es común en México, la práctica subsiste debido a la necesidad del combustible. En la actualidad cerca del 17% de los habitantes del país utilizan leña o carbón para cocinar (Presidencia de la República, 2011) y, aunque no se tiene una

Tasas de deforestación¹ y deterioro² anuales en México, 1976 - 2007

Figura 2.12



Notas:

¹ Se calculó a partir de las Cartas de Uso del Suelo y Vegetación con base en el cambio neto en la superficie de bosques y selvas en los periodos correspondientes. Pueden diferir de las reportadas por la Conafor a la FAO por los criterios empleados para su cálculo.

² Incluye la pérdida de cubierta forestal y la degradación de la vegetación (entendida como la transformación de superficies de vegetación primaria a secundaria) en áreas con ecosistemas forestales.

Fuentes:

Elaboración propia con datos de:
INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie I (1968-1986)*, escala 1: 250 000. México. 2003.
INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie II (Reestructurada) (1993)*, escala 1: 250 000. México. 2004.
INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III (2002)*, escala 1: 250 000 (Continuo Nacional). México. 2005.
INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.

estimación precisa sobre la cantidad total de leña consumida, la superficie de la que ésta se extrae debe ser muy grande. Además del daño directo provocado por la extracción de leña y maderas preciosas, durante el proceso de tala de un árbol como la caoba pueden dañarse entre el 30 y el 50% de los individuos adyacentes (Kartawinata, 1979 en Challenger, 1998), provocando según la magnitud del daño, su muerte o haciéndolos más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades.

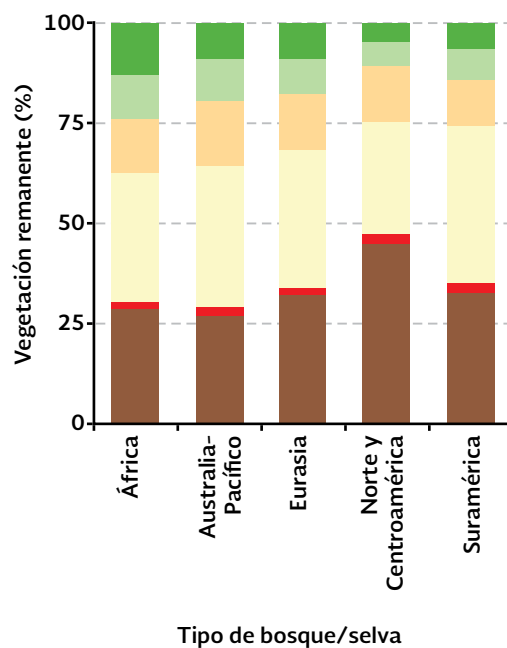
FRAGMENTACIÓN

Cuando se elimina la vegetación original de una zona, por fenómenos naturales o por las actividades humanas, con frecuencia quedan pequeños manchones relativamente intactos inmersos en una matriz degradada o con usos del suelo distintos a los de la cubierta original. Cada una de estas “islas” de vegetación alberga generalmente a un menor número de especies nativas en comparación con una superficie equivalente sin fragmentar. Esto se debe a que algunas de las especies nativas son incapaces de vivir en los fragmentos pequeños y a que numerosos procesos de degradación tienen lugar en sus bordes. Por estas razones, cuando se busca conservar la vida silvestre no basta con conocer la superficie que abarca la vegetación, sino también se requiere evaluar el estado o grado de continuidad que presenta. No es lo mismo contar con una masa selvática de 100 mil hectáreas que con cien fragmentos de mil hectáreas cada uno.

Según Ritters y colaboradores (2000), la fragmentación de las selvas y bosques a nivel mundial es muy alta: apenas el 35% de la superficie arbolada no está fragmentada (formando zonas continuas de más de 80 km²) ni sufre efectos de borde (esto es, se encuentra a más de 4.5 km de un borde del fragmento remanente). A nivel regional, Australia-Pacífico mostró la mayor proporción de bosques fragmentados en el mundo (71%; Figura 2.13); y considerando el tipo de ecosistema, las selvas resultaron los ecosistemas más fragmentados.

Vegetación remanente con fragmentación¹ en diferentes regiones del mundo, 2000

Figura 2.13



Bosque/selva fragmentado

- Disgregado
- Transición
- Borde
- Perforado

Bosque/selva no fragmentado

- Interior
- Condición no determinada
- Indeterminado

Nota:

¹ Las superficies de bosques y selvas bajo estudio se dividieron en cuadros de 9 x 9 km y cada cuadro se clasificó según la fragmentación de su vegetación remanente en seis categorías: 1) Bosque interno: superficies forestales que cubren totalmente el cuadro; 2) Borde: la superficie forestal forma uno o pocos bloques bien concentrados, generalmente bordes de bosques mayores; 3) Bosque perforado: la masa forestal es continua con algunos claros abiertos en su interior; 4) Bosque disgregado: superficies con bosque disperso en dos o más lotes; 5) Transición: situación intermedia entre las tres categorías anteriores y 6) Indeterminado: situación intermedia entre las condiciones de borde y perforado.

Fuente:

Ritters, K., J. Wickham, R. O'Neill, B. Jones y E. Smith. Global scale patterns of forest fragmentation. *Conservation Biology* 4: 3-13. 2000.

En el caso de México, las cartas de Uso del Suelo y Vegetación permiten hacer estimaciones gruesas del nivel de fragmentación de la vegetación natural del país. Para medir el grado de fragmentación de los ecosistemas,

en esta obra se consideraron como áreas fragmentadas todas aquellas superficies de vegetación natural menores a 80 kilómetros cuadrados; esta superficie se ha considerado como la mínima adecuada para mantener en condiciones óptimas la diversidad y las poblaciones biológicas en ciertos ecosistemas (ver Sánchez-Colón y colaboradores, 2009).

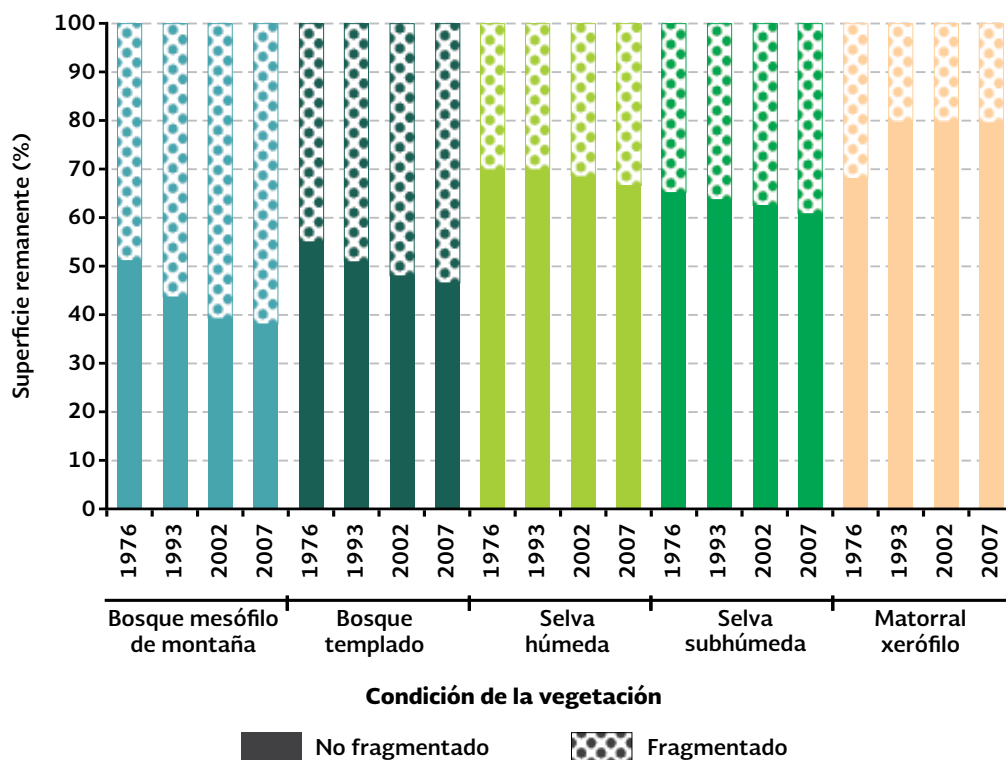
De acuerdo a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV, en el 2007 los bosques (incluyendo los templados y mesófilos de montaña) fueron los ecosistemas forestales más fragmentados del país: 54% de su superficie remanente (alrededor de 18.4 millones de ha) se repartía en fragmentos

menores a 80 kilómetros cuadrados. Cuando se desagrega esta formación vegetal, el panorama se agrava para algunos tipos de vegetación. Por ejemplo, el bosque mesófilo de montaña fue en ese año el tipo de vegetación forestal más fragmentado, alcanzando esta condición el 62% de su superficie remanente, es decir, 1.14 millones de hectáreas⁴ (Figura 2.14).

Con respecto a las selvas, cerca del 38% de su superficie está en fragmentos menores a 80 kilómetros cuadrados, es decir, 12.1 millones de hectáreas (Figura 2.14). De entre ellas, las selvas subhúmedas presentaron menor continuidad que las húmedas, con 39 y 34% de su superficie fragmentada, respectivamente.

Fragmentación¹ de algunos ecosistemas terrestres en México, 1976 - 2007

Figura 2.14



Nota:

¹ Para considerar un área de vegetación natural como fragmentada, se tomó como criterio que su superficie fuese menor a 80 km².

Fuentes:

Elaboración propia con datos de:

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie I (1968-1986)*, escala 1: 250 000. México. 2003.

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie II (Reestructurada) (1993)*, escala 1: 250 000. México. 2004.

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III (2002)*, escala 1: 250 000 (Continuo Nacional). México. 2005.

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.

⁴ Esta cifra podría estar influida por el hecho de que el bosque mesófilo de montaña, al igual que otros tipos de vegetación, no se distribuye de manera natural en superficies continuas de gran extensión.

Finalmente, los matorrales mostraron el menor grado de fragmentación: cerca del 80% de su superficie (40.1 millones de ha) no mostraba evidencias de esta condición.

La fragmentación de los ecosistemas afecta tanto a la vegetación primaria como a la secundaria. Grandes superficies de vegetación primaria del país permanecen en forma de fragmentos. Esta condición los hace susceptibles de degradarse más rápidamente, aún sin la intervención humana, que las superficies conservadas más extensas. En el año 2007, la fragmentación de la vegetación primaria ya era considerable para algunos ecosistemas: 55% de la superficie remanente primaria de los bosques mesófilos y 44% de los bosques templados (Figura 2.15) estaban en esa condición. Porcentajes menores, aunque no por ello poco importantes, fueron los de las selvas subhúmedas y húmedas (25 y 20% de su superficie primaria, respectivamente) y los matorrales (17%).

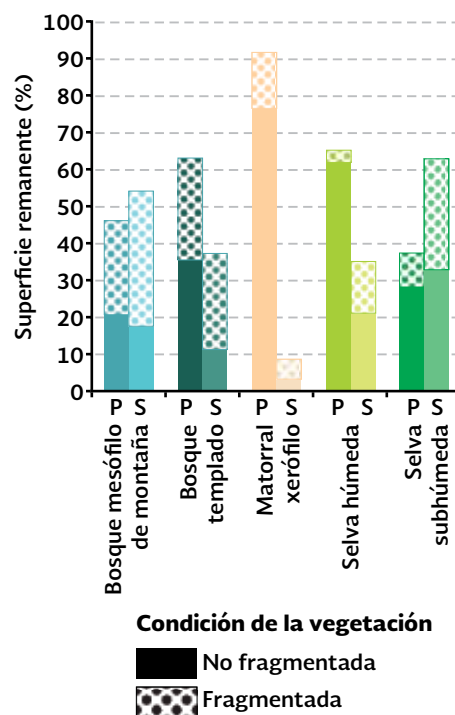
DEGRADACIÓN DE MATORRALES

Los matorrales, huizachales y mezquiales que caracterizan a las zonas áridas de México también han sido deteriorados por las actividades humanas. No obstante, el ritmo con el que han sido transformados a otros usos del suelo es aún más difícil de evaluar que la deforestación. De acuerdo con los inventarios nacionales, los matorrales constituyen la formación vegetal que más lentamente está siendo transformada a otros usos y que se preserva, por tanto, en mayor proporción como vegetación primaria (91.5% en el año 2007 según la Serie IV; Figura 2.2). No obstante, en términos absolutos, este nivel de degradación no es despreciable, ya que los matorrales secundarios ocupan poco más de 43 mil kilómetros cuadrados, una extensión similar a la de Yucatán o Quintana Roo.

Los matorrales adquieren una gran diversidad de formas aún dentro de un área reducida. La vegetación que es resultado de la alteración en un sitio puede ser considerada natural en otro. Por ello es difícil reconocer cómo debió ser la vegetación primaria de un sitio dado o si se trata

Grado de fragmentación¹ y condición de la vegetación de algunos ecosistemas terrestres en México, 2007

Figura 2.15



Nota:

¹ Para considerar un área de vegetación natural como fragmentada, se tomó como criterio que su superficie fuese menor a 80 km².

P: Vegetación primaria
S: Vegetación secundaria

Fuente:

Elaboración propia con datos de:
INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.

de una localidad con vegetación secundaria; la dificultad es aún mayor si las evaluaciones se hacen con base en métodos de percepción remota y no se cuenta con suficientes estudios directos en el campo. Un análisis realizado por el Instituto Nacional de Ecología (Semarnat, INE, 2003) utilizando técnicas alternativas para determinar la degradación, mostró que en muchos municipios del país el número de cabezas de ganado rebasa la capacidad máxima de sus ecosistemas y que el 70% de los matorrales están sobreexplotados y, por tanto, en proceso de degradación. Esta cifra es muy diferente del 7 u 8% de matorrales secundarios que describen las Cartas de Uso del Suelo y Vegetación de las Series I, II, III y IV. Según el estudio del INE, únicamente los

matorrales del occidente de Coahuila, el Desierto de Altar y de la porción central de la península de Baja California no se encontrarían sobrepastoreados. El sobrepastoreo afecta también al 95% de los pastizales naturales de México, que predominantemente crecen en el norte árido de la república (Mapa 2.8).

Con base en el estudio de la degradación del suelo causada por el hombre (Semarnat y CP, 2003), se realizó una estimación del nivel de sobrepastoreo por entidad federativa del país (Mapa 2.9); el cual señaló que la superficie afectada por sobrepastoreo alcanzaría en el año 2002 unas 47.6 millones de hectáreas (24% de la superficie nacional) y aproximadamente 43% de la superficie dedicada a la ganadería en el país. Como es evidente, la degradación de los ecosistemas de las zonas áridas todavía es incierta y se requieren estudios específicos para estimar con precisión tanto la superficie afectada como su magnitud.

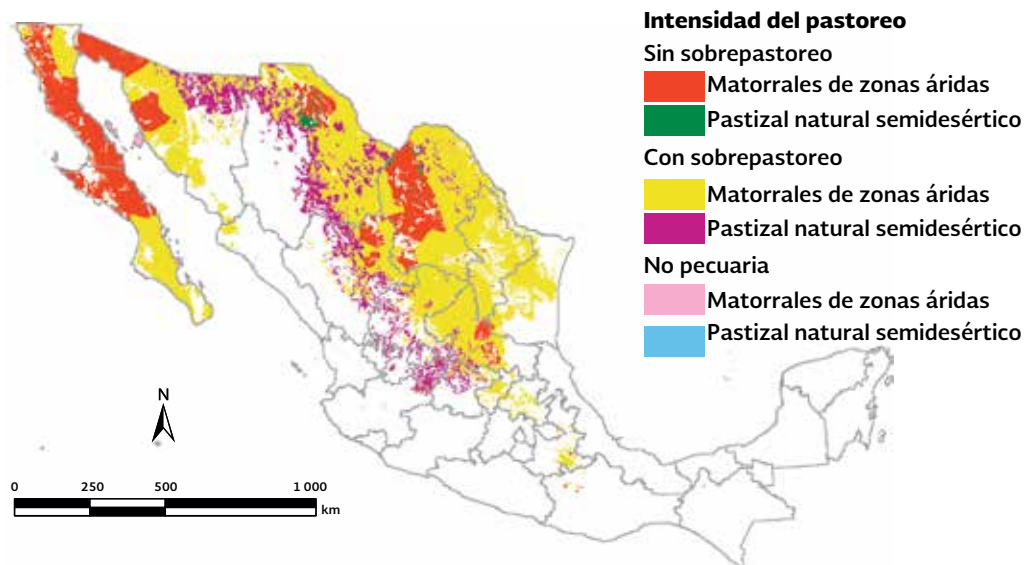
Aunque el tema de los incendios comúnmente se relaciona más con los bosques, la realidad es que la mayor parte de la superficie afectada en nuestro país ha correspondido a pastizales, matorrales y vegetación arbustiva. En el periodo 1998-2011, el 84.5% de la superficie

total incendiada en el país correspondió a pastizales y matorrales. Ciertos años también pueden ser particularmente devastadores sobre estos tipos de vegetación: en 2011, en Coahuila, la superficie incendiada de matorrales alcanzó poco más de 272 mil hectáreas, esto es, 44.5% de la superficie incendiada a nivel nacional en ese año.

Cuando todos los factores anteriores actúan, solos o en conjunto, para alterar la cubierta vegetal de un desierto, sus condiciones ambientales se vuelven generalmente aún más agrestes, al menos más secas y con temperaturas mayores. Las plantas y los animales que pueden sobrevivir en estos ambientes modificados corresponden a los típicos de zonas aún más áridas, por lo que el sitio parece más desértico que en su condición original. De ahí el término desertificar: “hacer desiertos”. La definición más aceptada de desertificación, propuesta por la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD, por sus siglas en inglés), la define así “...es la degradación de las tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas como resultado de diferentes factores, incluyendo las variaciones climáticas y las actividades humanas”. La degradación implica tanto a la cubierta

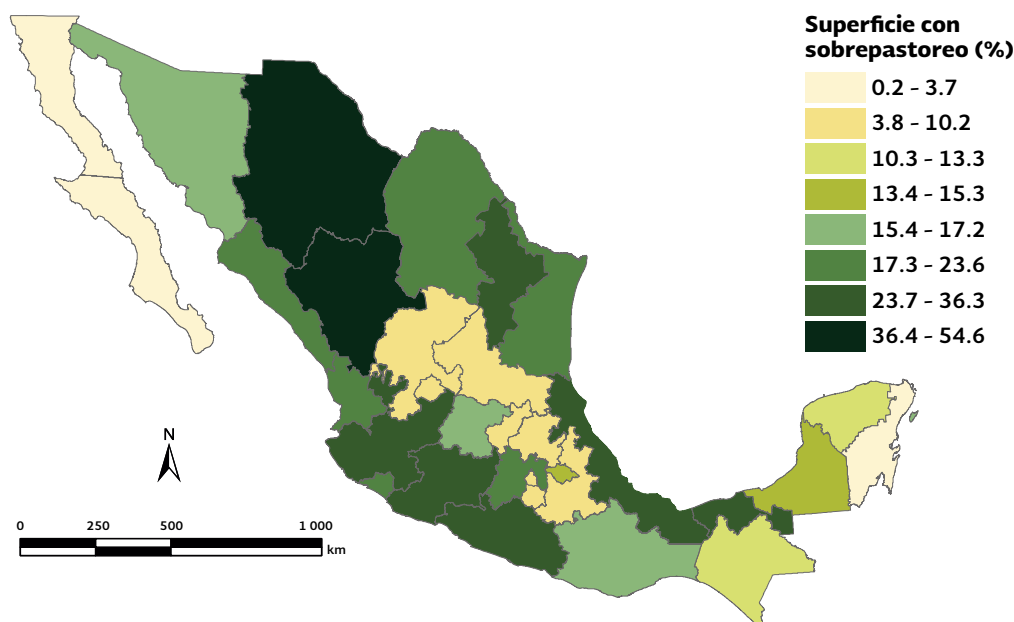
Intensidad de pastoreo en matorrales y pastizales naturales

Mapa 2.8



Fuente:

Dirección General de Ordenamiento y Conservación de Ecosistemas, INE, Semarnat. México. 2003.

**Fuente:**

Elaboración propia con datos de:
Semarnat y CP. *Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana*, escala 1: 250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México. 2003.

vegetal como a los suelos que la soportan (véase también la sección *El problema de la desertificación* en el capítulo de *Suelos*).

OTRAS AMENAZAS A LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES

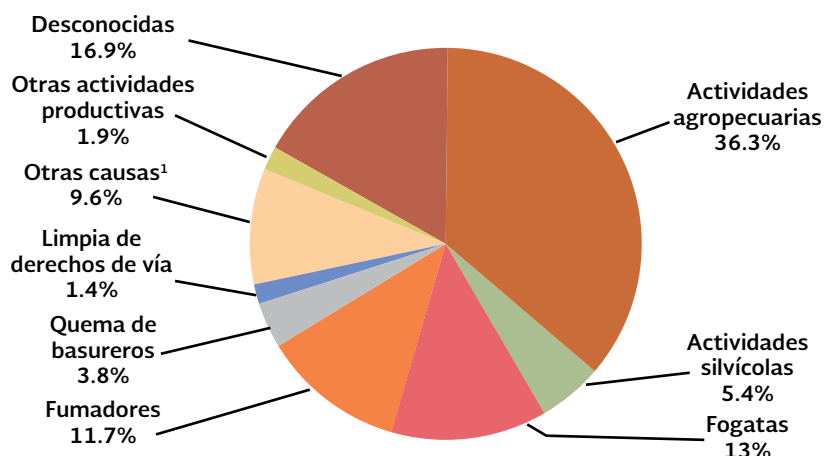
Incendios forestales

Además de las actividades humanas mencionadas anteriormente, los ecosistemas están sujetos a otros factores naturales que pueden alterarlos, como son los incendios, sequías, deslizamientos de tierra, especies invasoras, plagas forestales y fenómenos meteorológicos extremos, como los huracanes (Dale et al., 2001). En algunos casos, estos factores multiplican su impacto en los ecosistemas al actuar sinérgicamente con las actividades humanas.

Los incendios forestales ocurren de manera natural y constituyen un factor importante para la dinámica natural de muchos ecosistemas terrestres, sobre todo en los bosques templados y algunos matorrales.

Debido a ellos, se incrementa la disponibilidad de los nutrimentos en el suelo y se inician los procesos de sucesión ecológica que ayudan al mantenimiento de la biodiversidad (Matthews et al., 2000; SCBD, 2001c). Sin embargo, en la actualidad y debido en gran parte a las actividades y control humanos, los patrones naturales de ocurrencia de incendios se han modificado. Actualmente, muchos de los incendios forestales ocurren en zonas en las que anteriormente no se presentaban, mientras que en zonas con regímenes de fuego periódicos, se han suprimido (SCBD, 2001c; Castillo et al., 2003).

Los efectos de los incendios sobre los ecosistemas son diversos y dependen de su intensidad y frecuencia. El efecto directo más importante es la remoción de la biomasa vegetal en pie, que junto con la eliminación de los renuevos de las poblaciones de las especies arbóreas, daña sus poblaciones y retrasa o interrumpe la regeneración natural, además de que propicia la invasión de plagas y enfermedades forestales (Matthews et al., 2000; Castillo et al., 2003). En el caso de la



Nota:

¹ Incluye litigios, rencillas, aprovechamientos, cazadores furtivos, descargas eléctricas, cultivos ilícitos y ferrocarriles.

Fuente:

Gerencia de Planeación y Evaluación, Conafor, Semarnat. México. 2012.

fauna, su efecto inmediato directo puede ser la muerte (específicamente de los organismos que tienen poca capacidad de desplazamiento), mientras que entre los efectos indirectos pueden mencionarse la pérdida y modificación del hábitat y la escasez de alimento (SCBD, 2001c; Castillo *et al.*, 2003; Haltenhoff, 2005). Todo lo anterior puede ocasionar alteraciones en las redes tróficas y en el balance natural de los ecosistemas, lo cual, en el mediano o largo plazos puede llevar a la reducción de la biodiversidad y la pérdida o degradación de sus servicios ambientales (SCBD, 2001c; Castillo *et al.*, 2003). Otro de sus efectos, pero a nivel global, es la liberación a la atmósfera de grandes cantidades de carbono acumuladas a lo largo de muchos años en la biomasa de los árboles, la cual contribuye a incrementar la concentración del bióxido de carbono y, consecuentemente, a exacerbar el problema del cambio climático.

En el caso de los ecosistemas poseedores de recursos forestales sujetos o susceptibles a explotación, los efectos de los incendios pueden observarse en dos niveles: por un lado, en el deterioro y pérdida de los mismos recursos y, por otro, en el detrimento de la calidad del ambiente en el que se encuentran. En el caso de los primeros, el calor del fuego induce la

muerte de los tejidos y deformaciones en los árboles, reduciendo con ello la calidad de su madera (Castillo *et al.*, 2003). El fuego también puede eliminar por completo los renuevos de las poblaciones de las especies comerciales y propiciar la invasión de plagas y enfermedades forestales (Matthews *et al.*, 2000; Castillo *et al.*, 2003). En ambos casos, el resultado final puede ser la reducción de la producción forestal o del potencial de una zona para ser aprovechado, con las consecuencias sociales y económicas derivadas.

Los factores que inciden mayormente en la ocurrencia de incendios en los ecosistemas terrestres en muchos países son la tala sostenida de bosques y el empleo del fuego para la habilitación de terrenos cultivables en las prácticas agropecuarias; sin embargo, también ocurren por fogatas no apagadas adecuadamente y por fumadores que por descuido arrojan los cerillos o las colillas de los cigarros todavía encendidas al suelo con material combustible, entre otras causas. En México, en el 2011 las principales causas de los incendios forestales fueron las quemadas asociadas a las actividades agropecuarias (36.3%), seguidas por las fogatas (13%) y los fumadores (11.7%; Figura 2.16).

El número de incendios ocurridos en México y la superficie siniestrada se han mantenido relativamente constantes a lo largo de los últimos quince años (Figura 2.17). Entre 1991 y 2011, el promedio anual de incendios fue de 8 276 conflagraciones, con una superficie siniestrada promedio anual de alrededor de 270 mil hectáreas. Sin embargo, en ese periodo algunos años fueron de incendios particularmente intensos, como 1998 y 2011, que tanto en México como en otras zonas del mundo, registraron cifras elevadas: en el país en esos años se registraron 14 445 y 12 113 incendios, respectivamente, con una superficie total afectada de alrededor de 850 mil y 956.4 mil hectáreas, respectivamente. Esta superficie fue equivalente a cerca de tres veces el promedio anual siniestrado entre 1991 y 2011.

A nivel de entidad federativa, entre 1998 y 2011, las que registraron las mayores superficies afectadas por incendios fueron Coahuila (alrededor de 547 mil ha; 13% del total nacional del periodo), Oaxaca (522 mil ha; 12%) y Chiapas (464 mil ha; 11%, Mapa 2.10; Cuadro D3_RFORESTA05_02). Con respecto a la superficie afectada, el mayor porcentaje

correspondió a arbustos y matorrales, seguidos por los pastos y la vegetación arbolada. En el año 2011, los porcentajes para estos tipos de vegetación fueron, respectivamente, 55, 38 y 7%, respectivamente (Figura 2.18; Cuadro D3_RFORESTA05_03).

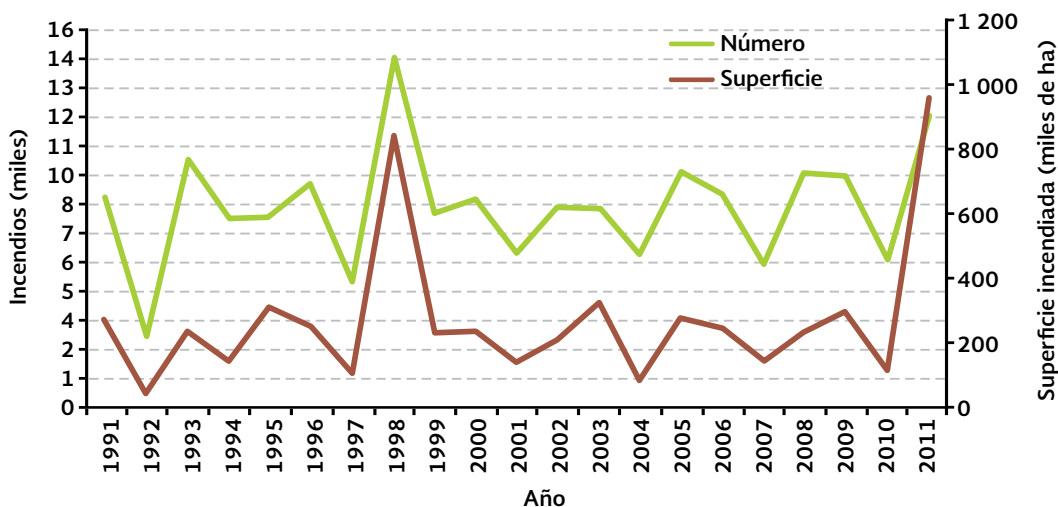
Plagas y enfermedades forestales

Para el caso de México, las plagas son consideradas como una de las principales causas de disturbio en los bosques templados. Actualmente se tiene registro de alrededor de 250 especies de insectos y patógenos que afectan al arbolado del país, algunas de las cuales se muestran en la Tabla 2.4.

De acuerdo con el monitoreo periódico que realiza la Semarnat de las zonas forestales del país, en el periodo 1990-2011, el promedio de la superficie afectada anualmente por plagas y enfermedades forestales fue de 38 640 hectáreas. De la superficie afectada en ese periodo, la mayor parte correspondió a los muérdagos (36%), seguidos por los descortezadores (33%), defoliadores (20%) y

Incendios forestales y superficie afectada en México, 1991 - 2011¹

Figura 2.17

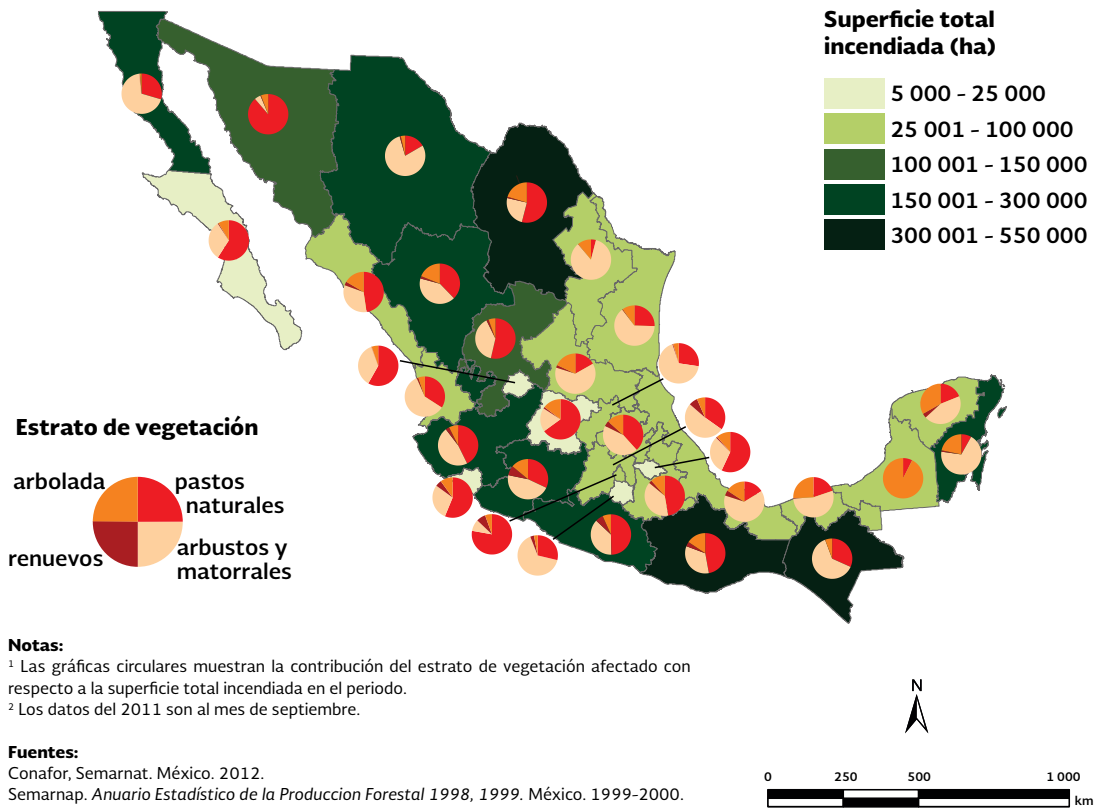


Nota:
¹ Los datos del 2011 son al mes de septiembre.

Fuentes:
 Conafor, Semarnat. México. 2011.
 Semarnap. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1997-1999. México. 1998-2000.

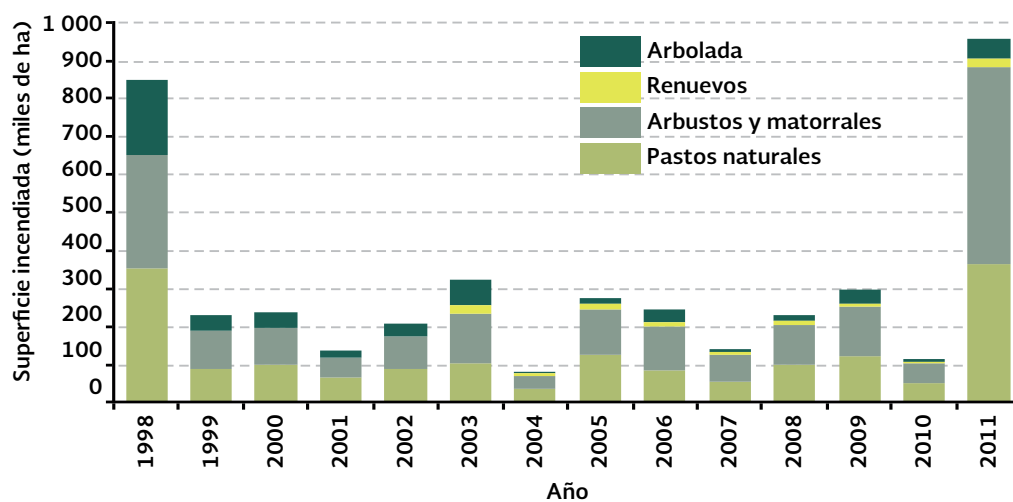
Superficie estatal incendiada y por estrato de vegetación, 1998 - 2011^{1,2}

Mapa 2.10



Superficie afectada por incendios forestales según estrato de vegetación, 1998 - 2011¹

Figura 2.18



Especie	Nombre común	Tipo de vegetación afectada
<i>Conophthorus edulis</i>	Barrenador de cono de pinos	Áreas de pino piñonero
<i>Conophthorus sp.</i>	Barrenador de cono de pinos	Áreas de pino piñonero
<i>Phytophthora cinamomi</i>	Muérdago verdadero	Bosque templado
<i>Arceuthobium blumeri</i>	Muérdago enano	Bosque templado
<i>Apogonalia mediolineata</i>	Defoliables y chupadores	Bosque templado
<i>Arceuthobium globosum</i>	Muérdago enano	Bosque templado
<i>Arceuthobium sp.</i>	Muérdago enano	Bosque templado
<i>Arceuthobium strictum</i>	Muérdago enano	Bosque templado
<i>Arceuthobium vaginatum</i>	Muérdago enano	Bosque templado
<i>Cronartium quercum</i>	Roya de los pinos	Bosque templado
<i>Cryptostegia grandiflora</i>	Caucho de la India	Bosque templado
<i>Cydia sp.</i>	Barrenador de conos de pino	Bosque templado
<i>Dendroctonus adjunctus</i>	Descortezador del pino de las alturas	Bosque templado
<i>Dendroctonus frontalis</i>	Descortezador del pino del sur	Bosque templado
<i>Dendroctonus mexicanus</i>	Descortezador menor del pino	Bosque templado
<i>Dendroctonus pseudotsugae</i>	Descortezador de pino pseudotsuga	Bosque templado
<i>Dendroctonus sp.</i>	Descortezador	Bosque templado
<i>Diabrotica spp.</i>	Escarabajo defoliador de las hojas	Bosque templado
<i>Fusarium circinatum</i>	Cancro resinoso del pino	Bosque templado
<i>Hemiceras sp.</i>	Defoliables y chupadores	Bosque templado
<i>Ips caligraphus</i>	Escarabajo descortezador	Bosque templado
<i>Ips cibricollis</i>	Escarabajo descortezador	Bosque templado
<i>Ips spp.</i>	Escarabajo descortezador	Bosque templado
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	Enfermedad de la parota	Bosque templado
<i>Neodiprion bicolor</i>	Mosca sierra	Bosque templado
<i>Neodiprion omusus</i>	Mosca sierra	Bosque templado
<i>Phoradendron bolleanum</i>	Muérdago verdadero	Bosque templado
<i>Pithyophthorus sp.</i>	Barrenador de ramillas	Bosque templado
<i>Scolytus sp.</i>	Descortezador	Bosque templado
<i>Zadiprion falsus</i>	Mosca sierra mayor	Bosque templado
<i>Dendroctonus rhizophagus</i>	Descortezador de la raíz del pino	Bosque templado en regeneración

Principales plagas forestales de importancia económica y ecológica en México (conclusión)

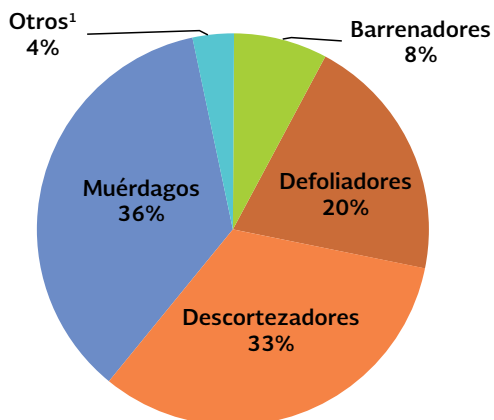
Tabla 2.4

Especie	Nombre común	Tipo de vegetación afectada
<i>Antiteuchus piceus</i>	Chinche de los pinos	Bosques de latifoliadas y coníferas y vegetación urbana
<i>Neodiprion autumnalis</i>	Mosca sierra	Bosques de latifoliadas y coníferas y vegetación urbana
<i>Phoradendron californicum</i>	Muérdago verdadero	Bosques de latifoliadas y coníferas y vegetación urbana
<i>Phoradendron galeotti</i>	Muérdago verdadero	Bosques de latifoliadas y coníferas y vegetación urbana
<i>Phoradendron juniperinum</i>	Muérdago verdadero	Bosques de latifoliadas y coníferas y vegetación urbana
<i>Phoradendron minutifolium</i>	Muérdago verdadero	Bosques de latifoliadas y coníferas y vegetación urbana
<i>Phoradendron sp.</i>	Muérdago verdadero	Bosques de latifoliadas y coníferas y vegetación urbana
<i>Phoradendron villosum</i>	Muérdago verdadero	Bosques de latifoliadas y coníferas y vegetación urbana
<i>Psittacanthus spp.</i>	Muérdago verdadero	Bosques de latifoliadas y coníferas y vegetación urbana
<i>Struthanthus quercicola</i>	Muérdago verdadero	Bosques de latifoliadas y coníferas y vegetación urbana
<i>Struthanthus sp.</i>	Muérdago verdadero	Bosques de latifoliadas y coníferas y vegetación urbana
<i>Tillandsia recurvata</i>	Heno motita	Bosques de latifoliadas y coníferas y vegetación urbana
<i>Cladocolea sp.</i>	Muérdago	Bosques de latifoliadas, vegetación urbana
<i>Rhynchophorus palmarum</i>	Picudo de la palma	Palmares
<i>Raoiella indica</i>	Ácaro rojo	Palmares y zonas costeras
<i>Atta spp.</i>	Hormiga arriera	Plantaciones forestales
<i>Chrysobothris sp.</i>	Barrenador de tallo del cedro rojo	Plantaciones forestales
<i>Chrysobothris yucatanensis</i>	Barrenador de tallo del cedro rojo	Plantaciones forestales
<i>Olivea tectonae</i>	Roya de la teca	Plantaciones forestales
<i>Eulepte gastralis</i>	Gusano esqueletizador	Plantaciones forestales
<i>Hypsipyla grandella</i>	Barrenador de brotes de las meliáceas	Plantaciones forestales
<i>Hyblaea puera</i>	Defoliadores y chupadores	Selva baja y mediana
<i>Malacosoma sp.</i>	Defoliador del ahuejote	Vegetación urbana y plantaciones
<i>Paranthrene dollii</i>	Barrenador del álamo	Vegetación urbana y plantaciones
<i>Scolytus multistriatus</i>	Descortezador del olmo	Vegetación urbana y plantaciones

Fuente:
Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Semarnat. México. 2012.

Superficie afectada por plagas y enfermedades forestales, 1990 - 2011

Figura 2.19



Nota:

¹ Se refiere a otras enfermedades forestales, que por ser diversas y de bajo impacto se integran en una sola categoría, como es el caso del declinamiento del encino, royas y pudriciones de fuste y raíz, etc.

Fuente:

Gerencia de Planeación y Evaluación, Conafor, Semarnat. México. 2012.

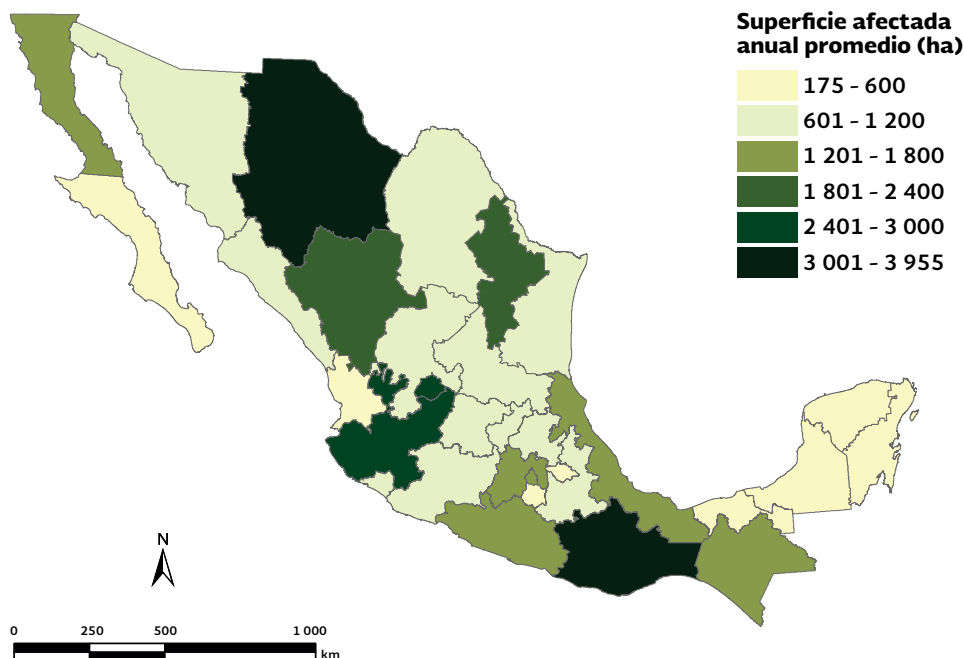
barrenadores (8%; Figura 2.19). Los estados con mayor superficie promedio afectada por enfermedades forestales en ese periodo fueron Oaxaca (3 955 ha anuales), Chihuahua (3 119 ha), Aguascalientes (2 685 ha) y Jalisco (2 645 ha; Mapa 2.11).

FACTORES RELACIONADOS AL CAMBIO DE USO DEL SUELO

Se han propuesto diferentes hipótesis acerca de qué factores son los responsables del cambio de uso del suelo. La más común y simple sostiene que el crecimiento de la población ocasiona una demanda mayor de recursos, y que para satisfacerla se hace necesario que las superficies ocupadas por las comunidades naturales sean sustituidas por terrenos dedicados al cultivo, a la ganadería o a cualquier otra actividad productiva. A pesar de que se

Superficie afectada anual promedio por plagas y enfermedades forestales por entidad federativa, 1990 - 2010

Mapa 2.11



Fuentes:

Conafor, Semarnat. México. 2011.

Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y de Suelo, Semarnat. México. 2011.

acepta que el incremento de la población y sus necesidades son importantes para explicar el cambio de uso del suelo, la relación no es tan simple. Las tasas de crecimiento poblacional y de expansión de la frontera agropecuaria no crecen a la misma velocidad: en las últimas décadas, en términos generales, la superficie agropecuaria ha crecido más lentamente que la población mundial debido, en parte, a que la producción se ha hecho más eficiente. Otros factores, asociados con la población, como el crecimiento de las ciudades también contribuyen a las modificaciones en el uso del suelo, aunque en mucha menor magnitud.

POBLACIÓN

En general, existe una relación positiva entre el tamaño poblacional y la superficie dedicada a las actividades agropecuarias. Esta relación es más intensa en la medida en que se tiene una mayor población rural dedicada a las actividades primarias. Para el caso de México, la relación es más estrecha cuando se considera la población existente años atrás. De hecho, la mayor relación se encuentra con la población existente en los años 50 (ver el Recuadro *La inercia del pasado* en la Edición 2002 del Informe). Este desfase histórico en el uso del suelo es, en parte, resultado de los cambios en la estructura de la ocupación de la población. En la medida en que una mayor proporción de la población deja de dedicarse a las actividades primarias, se va desvaneciendo la relación entre la densidad poblacional y la cantidad de suelo que se emplea para la agricultura y ganadería. En este sentido, los movimientos migratorios y el abandono del campo tendrán efectos en el uso del suelo en el futuro. Más aún, este comportamiento significa que los cambios que hoy se den en las características de la población local (particularmente la dedicada a las actividades primarias) se manifestarían posiblemente en el uso del suelo hasta varias décadas después.

CRECIMIENTO DE LA FRONTERA AGROPECUARIA

La conversión de terrenos hacia usos agropecuarios es una de las causas más importantes de la deforestación en América Latina y el mundo (FAO, 2010). De acuerdo con información de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), la superficie agrícola sembrada en México se ha mantenido relativamente constante entre 1980 y 2010: osciló entre 18 y 23.3 millones de hectáreas, con un promedio de poco más de 21 millones de hectáreas ([Cuadro D2_AGRIGAN03_01](#)).

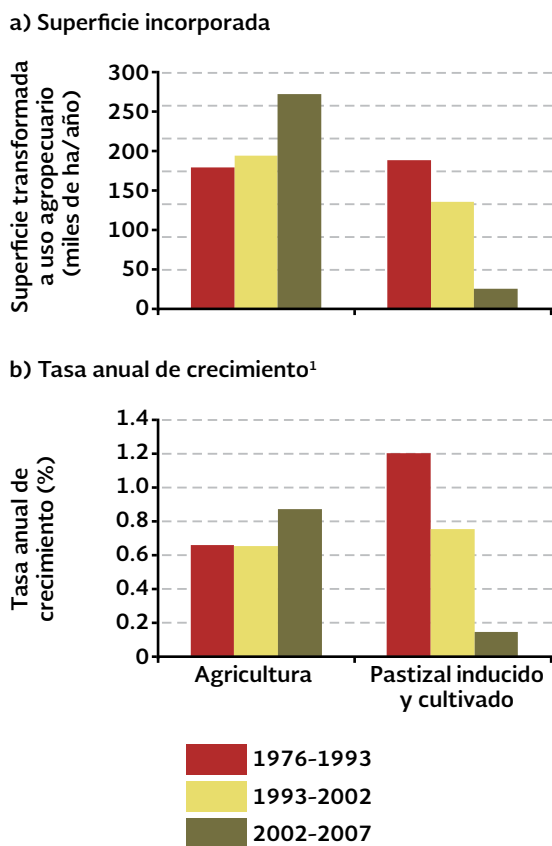
No obstante, las cartas de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI señalan que la superficie agrícola ha seguido creciendo en el país, incluso más rápidamente en los últimos años. Mientras que entre 1976 y 1993 se transformaban poco más de 179 mil hectáreas anualmente en promedio, esta cifra alcanzó las 272 mil entre 2002 y 2007 (Figura 2.20a). En este último periodo, de la vegetación natural transformada en tierras agrícolas, 31% provino de selvas subhúmedas, 23% de matorrales xerófilos, 15% de bosques templados, 13% de pastizales naturales y 6% de selvas húmedas. En contraste, el crecimiento de las áreas destinadas a la ganadería (los pastizales cultivados o inducidos) se ha reducido de manera notable: el promedio anual de transformación entre 2002 y 2007 fue poco más de siete veces menor que el observado entre 1976 y 1993 (Figura 2.20b).

La ganadería se practica en todos los estados del país, abarcando, según los datos de la Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (Cotecoca, 2004), alrededor de 109.8 millones de hectáreas⁵, es decir, cerca del 56% de la superficie total de la república. Considerando esta estimación y tomando en cuenta que para el año 2007 los pastizales inducidos y cultivados cubrían poco menos de

⁵ Aunque los datos citados corresponden a 1994, la información fue revisada en junio de 2009 por la Cotecoca, quien determinó que no era necesaria su actualización.

Superficie incorporada a uso agropecuario y tasa de crecimiento anuales en México, 1976 - 2007

Figura 2.20



Nota:

¹ Se calculó con la fórmula $r = ((s_2/s_1)^{1/t}) \times 100 - 100$, donde r es la tasa, s_2 y s_1 son las superficies para los tiempos final e inicial, respectivamente, y t es el tiempo transcurrido entre fechas.

Fuentes:

Elaboración propia con datos de:
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie I (1968-1986)*, escala 1: 250 000. México. 2003.
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie II (Reestructurada) (1993)*, escala 1: 250 000. México. 2004.
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III (2002)*, escala 1: 250 000 (Continuo Nacional). México. 2005.
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.

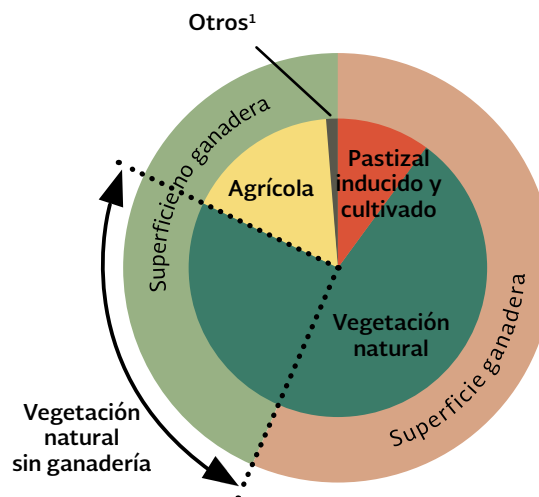
19 millones de hectáreas (cerca de 10% del país), entonces las restantes 90.8 millones de hectáreas de superficie ganadera debían encontrarse en vegetación natural, con lo cual sólo alrededor de 49 millones de hectáreas de vegetación natural (35% de la superficie remanente) podrían estar libres de actividades ganaderas (Figura 2.21).

A nivel estatal, según la Cotecoca, las mayores superficies ganaderas relativas se registran en Sonora (83% del estado), Coahuila (77%), San Luis Potosí (74%), Chihuahua y Zacatecas (cada una con 72%) y Nuevo León (71%). En contraste, los estados con menores coberturas ganaderas son Nayarit (14%), el Distrito Federal (11%) y Tlaxcala (6.5%; Mapa 2.12; Cuadro D2_AGRIGAN04_02).

En el ámbito pecuario se ha observado una reducción en el número de cabezas de ganado durante las últimas dos décadas. En 1980 se registraron 67.6 millones de cabezas (considerando al ganado bovino, caprino, ovino y porcino), mientras que en 2010 se registraron 4.8 millones de cabezas menos (62.8 millones). El descenso neto más marcado se observó en el ganado bovino, que disminuyó de 34.6 millones de cabezas a 30.3 millones (12.5%); por su parte, el número de ovejas aumentó 25% con respecto a 1980 y el de cabras se redujo 7% (Figura 2.22).

Superficie ganadera y usos del suelo en México, 2007

Figura 2.21

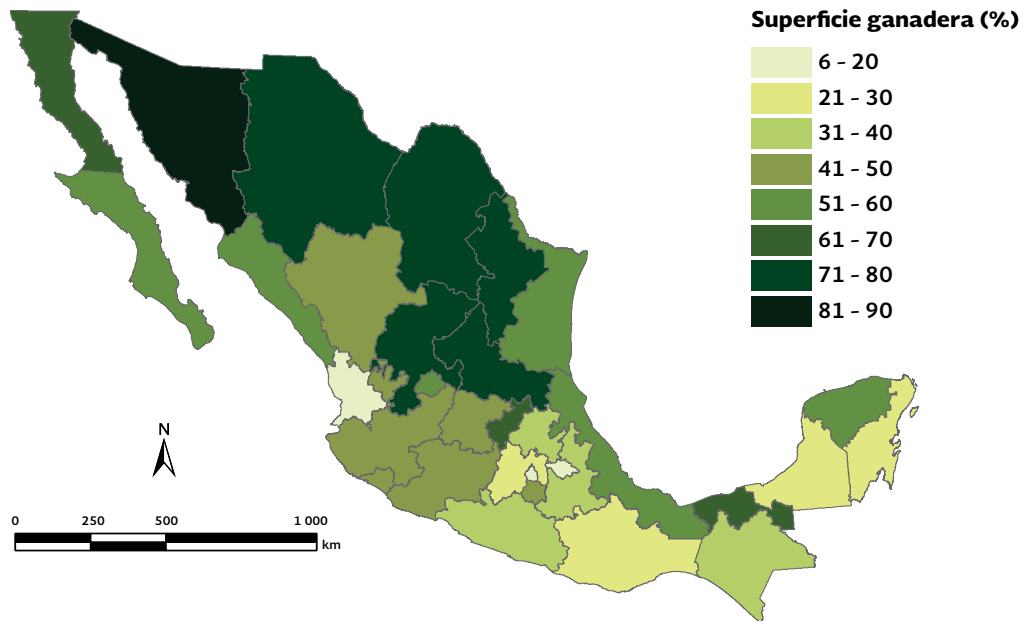


Nota:

¹ Incluye zonas urbanas, forestales y cuerpos de agua.

Fuentes:

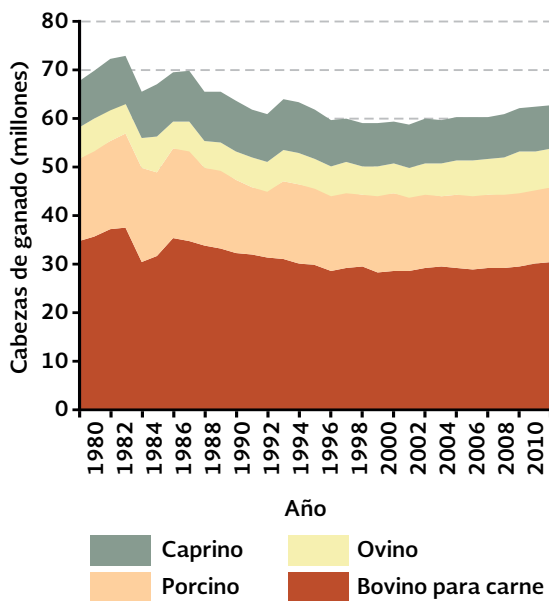
Elaboración propia con datos de:
 Cotecoca, Sagarpa. *Monografías de Coeficientes de Agostadero, años 1972-1981*. México. 2004.
 INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV (2007)*, escala 1: 250 000. México. 2011.



Fuente:
Elaboración propia con datos de:
Cotecoca, Sagarpa. México. 2009.

Población de ganado bovino, caprino, ovino y porcino en México, 1980 - 2010

Figura 2.22

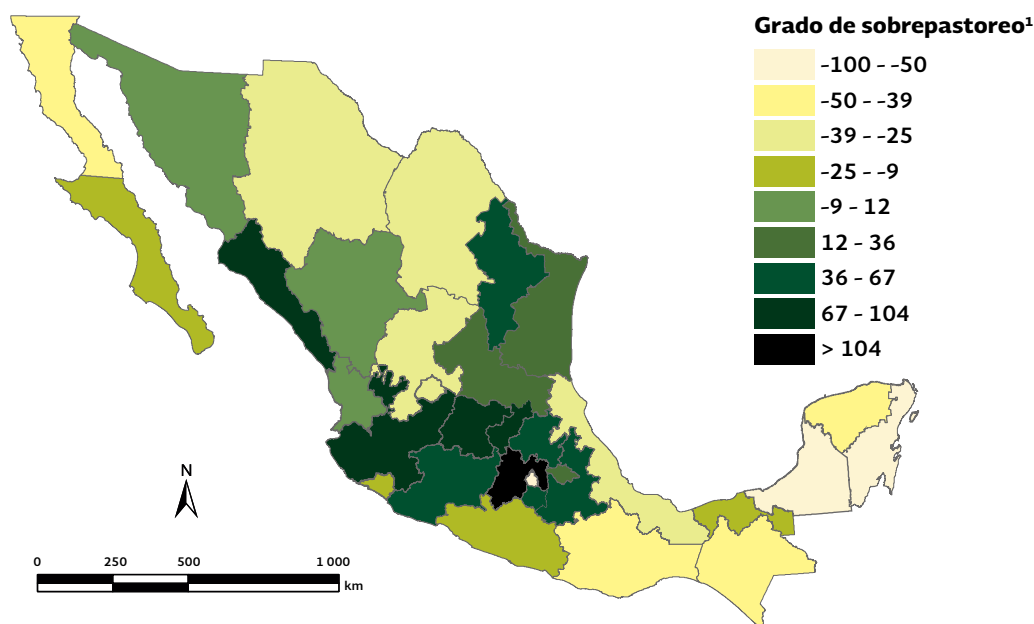


Fuente:
Sagar-Sagarpa. Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera, Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). México. 1980-2009.

Considerando los coeficientes de agostadero, en 24 estados del país el número de cabezas de ganado supera la capacidad de sus ecosistemas para mantenerlas. La situación es particularmente grave en los estados de México, Sinaloa y Jalisco (Mapa 2.13). Cabe señalar que los estados con mayor sobrepastoreo no coinciden necesariamente con aquellos que tienen mayor densidad de cabezas de ganado.

URBANIZACIÓN

Si bien es cierto que a escala nacional la superficie urbana es proporcionalmente muy pequeña, se trata del uso del suelo que más rápido está creciendo en algunas regiones del país. Para el año 2007, la superficie urbana era de poco más de 1.56 millones de hectáreas, es decir, el 0.82% de la superficie nacional. Por lo común se trata de tierras planas, aptas para la agricultura, que dejan de ser productivas. Mientras que el impacto directo de las ciudades puede ser pequeño a nivel local, indirectamente afectan los usos del suelo de grandes extensiones fuera del área urbana



para satisfacer las necesidades de alimentos, madera, recreación y disposición de residuos de la población que ahí habita (ver el Recuadro *La huella ecológica de México* en el capítulo de *Población*).

USO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES

La enorme superficie que cubre la vegetación natural en el país brinda, además de una variada gama de servicios ambientales, un gran potencial para el aprovechamiento de sus recursos naturales. Actualmente, aunque la mayor parte de los alimentos que consume la humanidad proviene de plantas y animales domesticados, esto no significa que su dependencia de la vida silvestre sea mínima o nula. Una proporción importante de la población, sobre todo la que se encuentra en situación de pobreza y habita zonas rurales,

utiliza leña como fuente de energía, y millones de personas obtienen casi toda la proteína de su dieta a partir de la pesca o la caza. Si bien muchos de los productos que se extraían de poblaciones silvestres ahora son cultivados (p. e., en granjas piscícolas), es aún muy común en los países en desarrollo que el hombre no intervenga en la producción o crianza de los organismos que consume, sino que simplemente los obtenga del medio silvestre.

Si bien la variedad de productos que se extraen de los ecosistemas terrestres nacionales es muy variada, esta sección se enfocará en la explotación de los recursos naturales de las zonas forestales y preferentemente forestales, es decir, de los recursos maderables y no maderables de bosques y selvas. Esto responde básicamente a la existencia, calidad y disponibilidad de la información. En el caso del uso de la vida silvestre, se analiza en otra sección de este capítulo y en el dedicado a la *Biodiversidad*.

Las selvas y bosques, como ya se ha mencionado, brindan diversos servicios ambientales a la sociedad. Sin embargo, el aporte más tangible a la sociedad es la diversidad de bienes que se explotan en ellos: por un lado, los productos maderables, que básicamente consideran la madera para la producción de escuadría (tablas, tablones, vigas y materiales de empaque), papel, chapa, triplay y para la generación de energía a través de la quema de leña; y por otro los productos no maderables, un conjunto vasto que incluye a la tierra de monte, resinas, fibras, ceras, frutos y plantas vivas, entre muchos otros (SCBD, 2001b).

RECURSOS FORESTALES MADERABLES

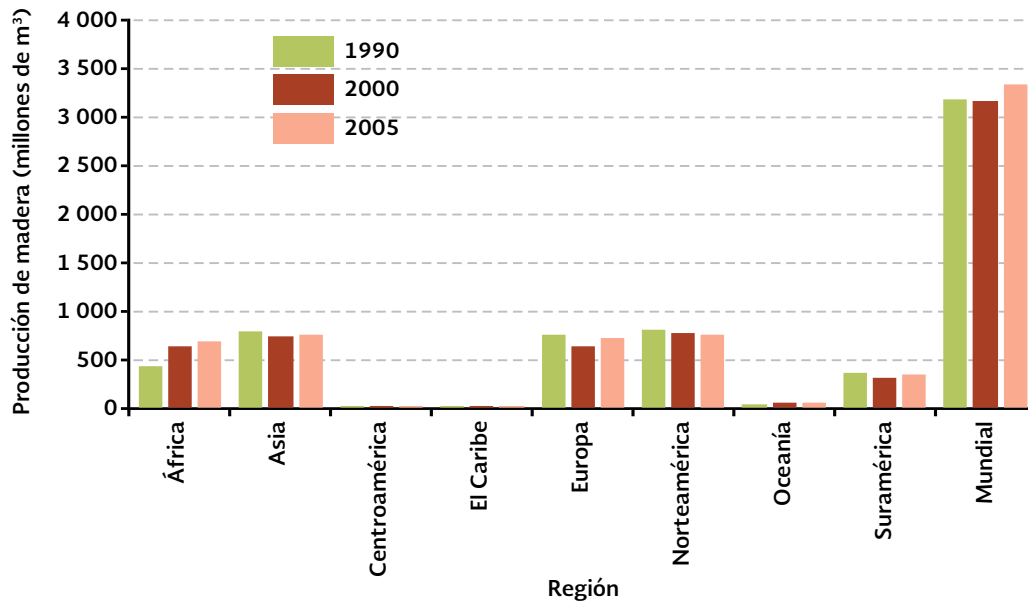
Entre 1990 y 2005, la producción mundial de madera se mantuvo relativamente constante, con volúmenes ligeramente mayores a los 3 mil millones de metros cúbicos de madera anuales, que incluían tanto la madera en rollo para uso

industrial como la que se emplea como leña (Figura 2.23). Las regiones más productivas en madera en el 2005 fueron Norteamérica (con el 23% de la producción mundial), Europa y Asia (cada una con 22%) y África (21%); en contraste, las regiones con menores volúmenes fueron Centroamérica (0.6% del total) y El Caribe (0.2%). A pesar de la estabilidad en los valores de la producción mundial en ese periodo, entre 2000 y 2005 algunas regiones mostraron tasas de crecimiento negativas en su producción maderable, como son los casos de los países de El Caribe (-0.15%) y Norteamérica (-0.39%).

A nivel de país, los mayores productores de madera en rollo en 2005 fueron Estados Unidos (27% de la producción global), Canadá (12%), la Federación de Rusia (8%), Brasil (7%), Suecia y China (cada una con 4%; Figura 2.24). Los países mencionados, en conjunto, contabilizaron el 62% de la producción mundial de madera de ese año, mientras que México contribuyó con tan sólo el 0.3% de la producción mundial.

Producción mundial de madera¹ según región, 1990 - 2005

Figura 2.23



Nota:

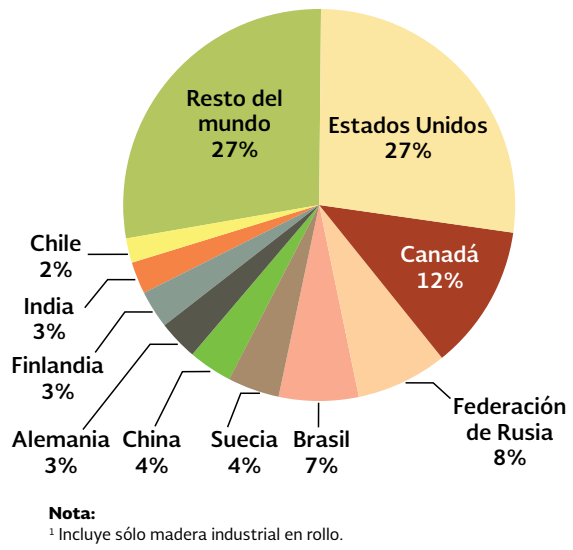
¹ Incluye madera industrial en rollo y leña.

Fuente:

Elaboración propia con datos de:
FAO, *Forest Resources Assessment 2010*. Roma, 2010.

Contribución a la producción maderera¹ mundial, según país, 2005

Figura 2.24



Nota:
¹ Incluye sólo madera industrial en rollo.

Fuente:
 Elaboración propia con datos de:
 FAO. Forest Resources Assessment 2010. Roma. 2010.

Las existencias maderables de un país dependen principalmente de la extensión de sus bosques y selvas. Sin embargo, también es determinante la cantidad de madera que tienen por unidad de superficie, que depende en última instancia tanto del clima (p. e., los bosques tropicales en general tienen más recursos por unidad de área) como de la forma en que se ha manejado la vegetación. Los países con las mayores existencias de madera son la Federación de Rusia, Brasil, Canadá y Estados Unidos. En el caso particular de los bosques de México, se considera que se encuentran entre los que tienen menores existencias por hectárea tanto de los países que integran la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) como en América Latina (Figura 2.25).

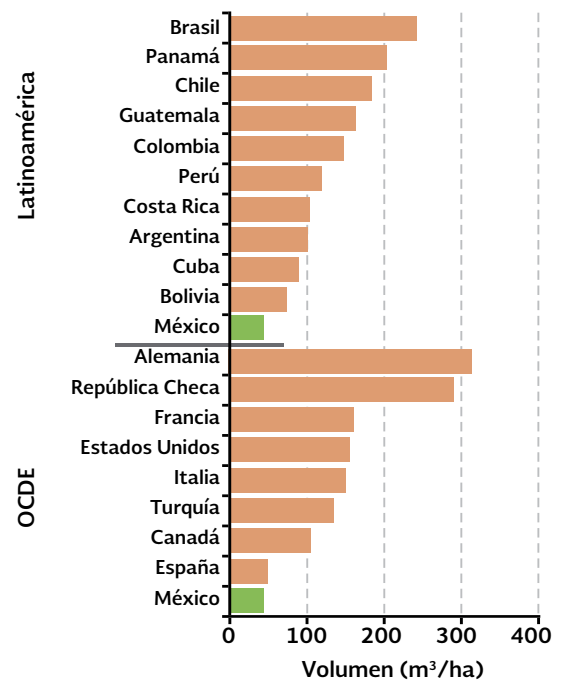
EXISTENCIAS MADERABLES NACIONALES

A la fecha se han realizado cuatro inventarios forestales nacionales, aunque por los métodos empleados sus resultados no son comparables

entre sí. El primer inventario se realizó en el periodo 1961-1985, utilizando fotografías aéreas y efectuando muestreos de campo intensivos. El segundo, el Inventario Nacional Forestal de Gran Visión de 1991, fue el primero en contener información a escala nacional. El tercer inventario, conocido como el Inventario Nacional Forestal Periódico, publicado en 1994, usó imágenes de satélite de moderada resolución para elaborar mapas de todo el territorio nacional en escala 1: 250 000; el levantamiento de su información de campo se realizó mediante parcelas de muestreo distribuidas sistemáticamente y se obtuvieron mapas en los cuales se zonificaron los terrenos forestales según su aptitud y funciones. Finalmente, el Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009 (INFyS; Conafor, 2011) es la versión más reciente. Para este inventario se realizaron muestreos de campo directos, entre octubre de 2004 y noviembre de 2007,

México en el mundo: existencias de madera por hectárea en bosques, 2010

Figura 2.25



Fuente:
 FAO. Situación de los bosques del mundo. FAO. Roma. 2011.

en más de 20 mil conglomerados (es decir, en parcelas con cuatro sitios de muestreo cada una), lo que equivaldría a más de 80 mil sitios distribuidos en todos los tipos de vegetación del país, de los cuales el 98% fue muestreado para la toma de datos forestales relevantes sobre el arbolado y el estrato arbustivo, así como distintos aspectos del suelo y del ambiente.

Uno de los aspectos más destacables de este inventario es la riqueza de la información que contiene. Su diseño muestral hizo posible obtener información estadística confiable de una gran diversidad de variables (se midieron un total de 112 variables en campo), entre las que destacaron la densidad y altura del arbolado, datos para el cálculo del volumen de madera en rollo y el incremento medio anual del volumen, entre otros, todo a nivel de ecosistema y por tipo de formación.

Según los datos preliminares obtenidos a partir del inventario, entre 2004 y 2007 había en el país alrededor de 3 887.4 millones de metros cúbicos de madera en rollo en pie en las selvas y bosques de país, todo en una superficie forestal de alrededor de 63.4 millones de hectáreas. Del total de madera, el mayor porcentaje está en los bosques⁶ (62% del total, es decir, alrededor de 2 424 millones de m³) y el restante en las selvas (38%, que equivale a cerca de 1 463 millones de m³; Figura 2.26).

Los depósitos más importantes de madera en rollo en el país se encuentran en los bosques mixtos de coníferas y latifoliadas, con cerca del 32% del volumen total nacional, es decir, cerca de 1 240 millones de metros cúbicos (Figura 2.26). Les siguen las selvas altas y medianas (28%, poco más de mil millones de m³), los bosques de coníferas (18%, alrededor de 707 millones de m³) y los bosques de latifoliadas (12%, 477 millones de m³).

Existencias maderables en bosques y selvas en México, 2004 - 2009

Figura 2.26



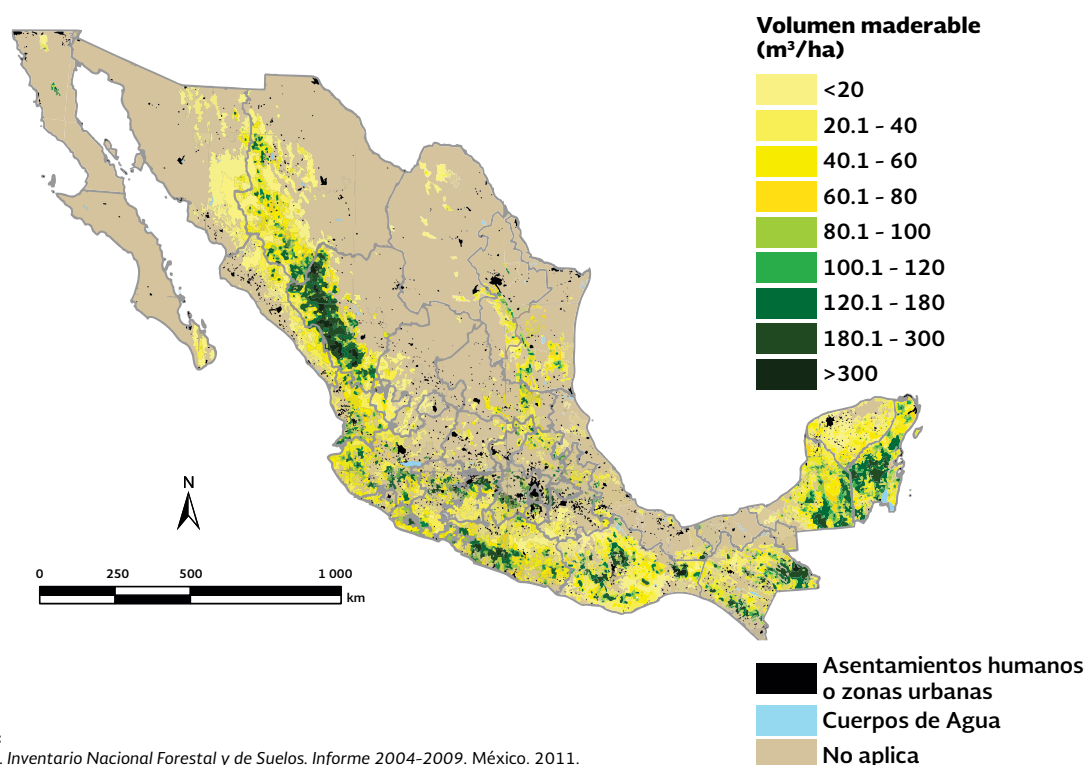
Fuente:

Conafor. *Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009*. México, 2011.

Geográficamente, las áreas boscosas con los mayores volúmenes de madera se encuentran en las serranías del estado de Durango, con valores por arriba de los 100 metros cúbicos por hectárea (Mapa 2.14), aunque también pueden encontrarse áreas con grandes volúmenes en los bosques de Oaxaca, Chiapas y Guerrero. Por su parte, las selvas con los mayores volúmenes maderables se localizan en el sureste en los estados de Chiapas, Quintana Roo y Campeche. Como puede observarse en el Mapa 2.14, la mayor parte de la superficie forestal nacional corresponde a zonas con volúmenes reducidos de madera almacenada, es decir, a bosques y selvas con productividades alrededor de los 60 metros cúbicos o menos por hectárea.

La condición de la vegetación marca también diferencias importantes en los volúmenes de madera que guardan los bosques y selvas:

⁶ El Inventario clasifica dentro de la categoría de bosques a los de coníferas, coníferas y latifoliadas y latifoliadas. Su agrupación considera a todos los tipos de vegetación que esta publicación clasifica como "bosques templados", además del bosque de galería (ver Tabla 2.1). En el caso de las selvas (que el Inventario clasifica como altas y medianas y bajas) no incluye al matorral subtropical que esta obra sí clasifica dentro de la categoría de "selvas".

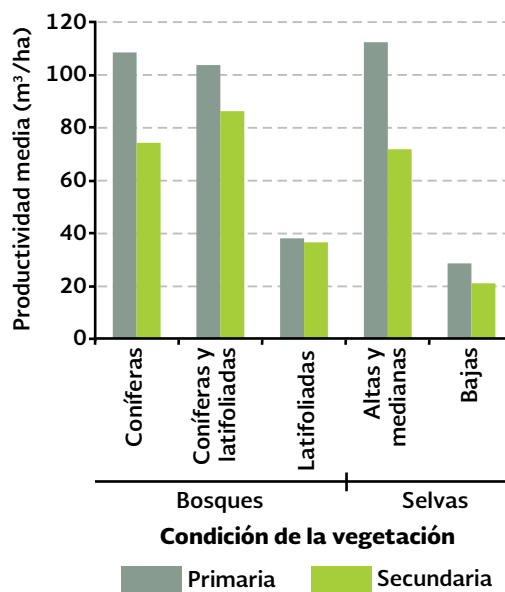


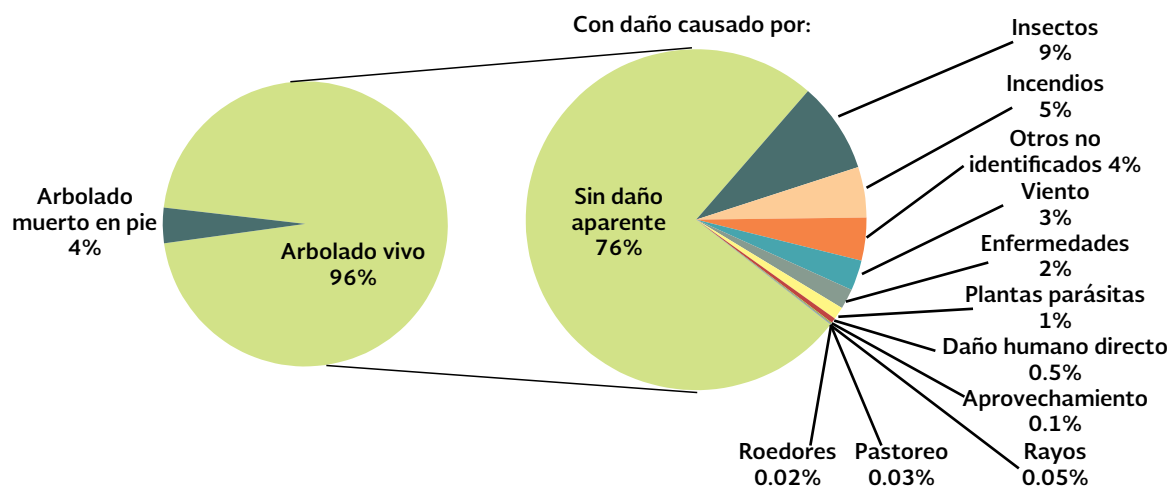
la mayor proporción de las existencias maderables del país se encuentra en la vegetación primaria: cerca del 60% del volumen total nacional, es decir, cerca de 2 417 millones de metros cúbicos. La formación con mayor productividad media son las selvas altas y medianas primarias (alrededor de 112 m³/ha, valor 36% mayor que su contraparte secundaria), seguidas por los bosques de coníferas (108 versus 74 m³/ha en su condición secundaria) y los de coníferas y latifoliadas (104 versus 86 m³/ha; Figura 2.27).

Anualmente, por el crecimiento de los árboles y de sus renuevos, se incrementa el volumen de madera que existe en las masas forestales. Dicho crecimiento resulta fundamental para calcular los volúmenes que pueden aprovecharse de manera sostenible en una zona en un periodo particular. Según los datos del INFyS, el volumen de madera que se acumula en los bosques de coníferas del país asciende a 2.29 metros cúbicos por hectárea por año, el cual supera los 1.88

Productividad en bosques y selvas en México según condición de la vegetación, 2004 - 2009

Figura 2.27



**Fuente:**

Elaboración propia con datos de:
Conafor. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009. México. 2011

metros cúbicos por hectárea estimados para los bosques mixtos de coníferas y latifoliadas. Considerando la productividad de todos los tipos de bosques del país se puede estimar que cada año los bosques nacionales aumentarían sus existencias en 15.5 millones de metros cúbicos. En el caso de las selvas, es imposible estimar el aumento de las existencias nacionales puesto que el INFyS 2004-2009 tan sólo midió el incremento medio anual en volumen en coníferas y no en las especies propias de las selvas.

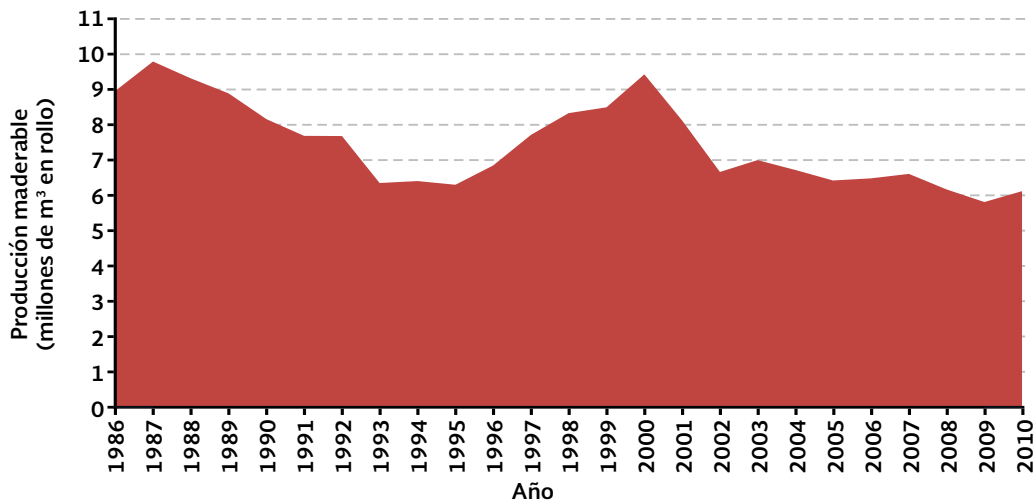
Por otro lado, la salud de las masas forestales es relevante no sólo porque permite una adecuada explotación de sus recursos, sino también porque mantiene los demás servicios ambientales que brindan a la sociedad los bosques y selvas. El INFyS también evaluó la salud de los bosques y selvas nacionales a través de los impactos ambientales y de los agentes de perturbación que las deterioran. De acuerdo a sus resultados, de la totalidad del arbolado muestreado, el 96% correspondió a árboles vivos y el restante 4% se encuentra muerto en pie (Figura 2.28). Aunque resultó imposible conocer las causas de mortalidad de la totalidad de los árboles, se reconoció a los insectos, los incendios, el viento y las enfermedades como los principales agentes.

Sin embargo, no todo el arbolado vivo muestreado se encontró sano. Aunque el 76% de los árboles examinados no evidenció daño aparente, el restante 24% mostraba signos de algún agente causal: insectos (9%), incendios (5%), viento (3%), enfermedades (2%) y plantas parásitas (1%), entre otros agentes (Figura 2.28).

PRODUCCIÓN FORESTAL MADERABLE

La producción maderable anual entre 1986 y 2010 promedió una cifra cercana a los 7.5 millones de metros cúbicos en rollo; sin embargo, aunque la producción ha mostrado un comportamiento variable, puede observarse una tendencia a su reducción (Figura 2.29; [Cuadro D3_RFORESTA04_01](#)). Prueba de ello es que el promedio de la producción durante la primera década del siglo XXI fue cerca de 13% menor al promedio registrado entre 1986 y el año 1999.

La producción nacional está basada sobre todo en la madera de los bosques templados: las coníferas (que comprenden pinos y oyameles, entre otras) y las latifoliadas (encinos y otras especies) contabilizaron en el periodo 1990-2010 cerca del 95% de la producción nacional,



Fuentes:
 Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. Delegaciones Federales, Semarnat. México. 2007-2010.
 SARH. *Compendio Estadístico de la Producción Forestal 1989-1993*. México. 1994.
 Semarnat. *Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1995-1998*. México. 1996-1999.
 Semarnat. *Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1999-2006*. México. 2000-2007.

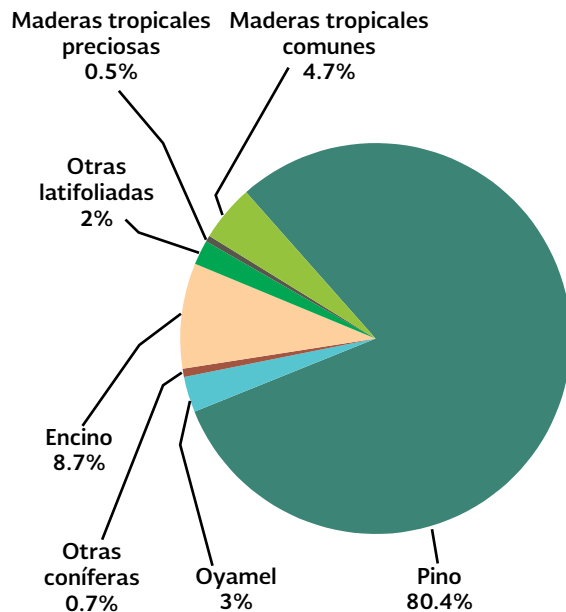
seguidas por las maderas tropicales comunes (4.7%) y las maderas preciosas, que aportaron poco al volumen de madera producida (tan sólo el 0.5%) en el mismo periodo (Figura 2.30; Cuadro D3_RFORESTA04_02). Las principales especies aprovechadas entre esos años fueron el pino (120.3 millones de m³ en rollo, esto es, 80.4% de la producción del periodo) y el encino (13 millones de m³, 8.7%; Figura 2.30).

Los estados que más contribuyeron a la producción forestal maderable en el periodo 1990-2011 fueron Durango (1.95 millones de m³ anuales en promedio, 27% de la producción total del periodo), Chihuahua (1.41 millones, 20%) y Michoacán (971 mil, 14%; Mapa 2.15; Cuadro D3_RFORESTA04_01). En contraste, Baja California, Morelos y Colima fueron los que contribuyeron en menor proporción al volumen total nacional (0.03, 0.04 y 0.06%, respectivamente).

A diferencia de lo que ocurre en otros países, donde la creciente demanda de celulosa para la fabricación de papel es el motor más importante detrás del aumento en la explotación maderera, en México el principal uso de la madera ha sido para la escuadría, es decir, para la producción de tablas, tablones,

Producción maderable según especie, 1990 - 2010

Figura 2.30



Fuentes:
 Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. Delegaciones Federales, Semarnat. México. 2007-2010.
 SARH. *Compendio Estadístico de la Producción Forestal 1989-1993*. México. 1994.
 Semarnat. *Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1995-1998*. México. 1996-1999.
 Semarnat. *Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1999-2006*. México. 2000-2007.

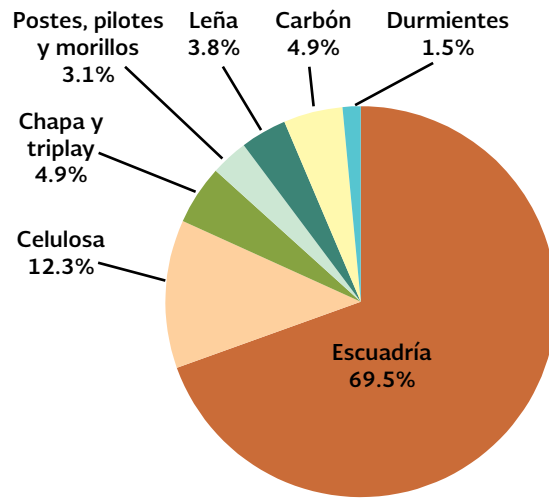
vigas y material de empaque. El 69.5% del volumen total de madera extraída entre 1997 y 2011 se destinó a este fin (Figura 2.31; Cuadro D3_RF0RESTA04_03); le siguen la extracción para la fabricación de celulosa (12.3% del total del volumen del mismo periodo) y para chapa y triplay y carbón (cada una con 4.9%).

La caída de la extracción maderera nacional se refleja en la disminución de la producción de escuadría y celulosa durante el periodo 1997-2011 (Figura 2.32). En el caso de la escuadría, el volumen de la producción de los últimos nueve años no ha excedido el 70% de la producción máxima en el periodo (cerca de 6.5 millones de m³ en rollo en el año 2000). El caso de la celulosa es también significativo: el valor de 2011 fue de tan sólo el 28% de la producción del año 2000 (alrededor de 1.72 millones de m³ en rollo).

De acuerdo con estos datos, el uso de la madera como energético es mínimo en México, pues entre 1997-2011 se empleó en promedio

Usos principales de la madera en México, 1997 - 2011

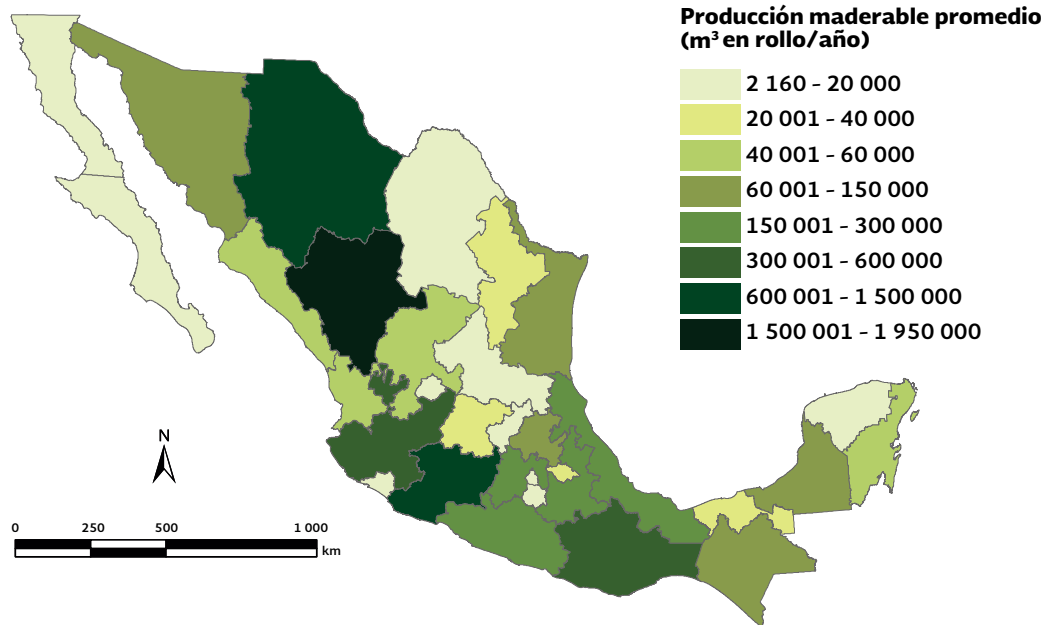
Figura 2.31



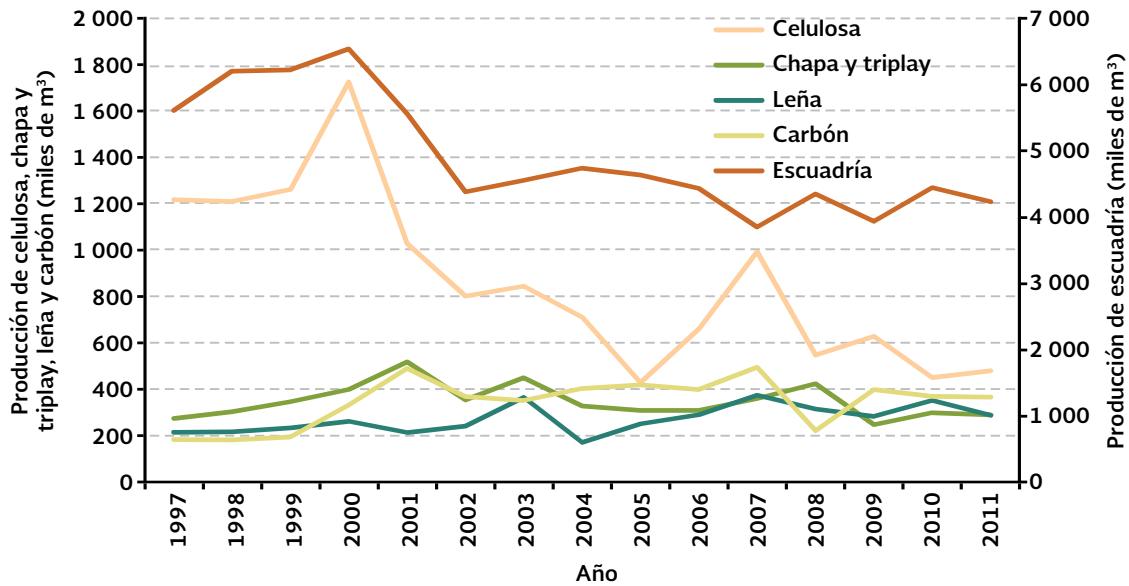
Fuentes:
 Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. Delegaciones Federales, Semarnat. México. 2007-2010.
 SARH. Compendio Estadístico de la Producción Forestal 1989-1993. México. 1994.
 Semarnap. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1995-1998. México. 1996-1999.
 Semarnat. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1999-2006. México. 2000-2007.

Producción maderable anual promedio por entidad federativa, 1990 - 2011

Mapa 2.15



Fuentes:
 Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. Delegaciones Federales, Semarnat. México. 2007-2010.
 SARH. Compendio Estadístico de la Producción Forestal 1989-1993. México. 1994.
 Semarnap. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1995-1998. México. 1996-1999.
 Semarnat. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1999-2006. México. 2000-2007.

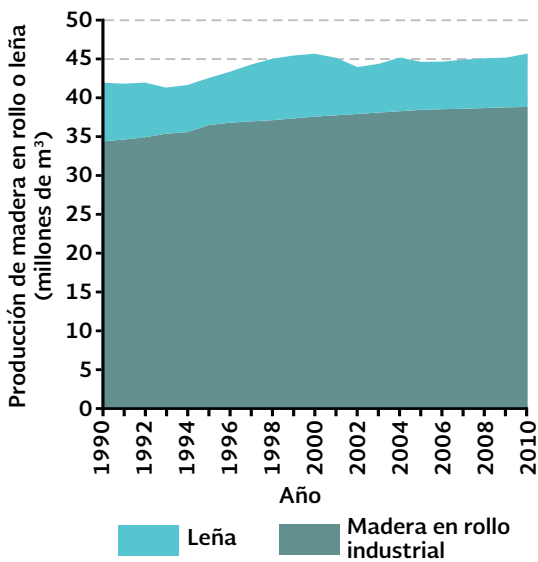


Fuentes:

Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. Delegaciones Federales, Semarnat. México. 2007-2010.
 SARH. Compendio Estadístico de la Producción Forestal 1989-1993. México. 1994.
 Semarnap. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1995-1998. México. 1996-1999.
 Semarnat. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1999-2006. México. 2000-2007.

Producción de madera según su empleo como leña o en la industria, 1990 - 2010

Figura 2.33



Fuente:

FAO. ForeSTAT. Roma. 2012
 Disponible en: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=626&lang=es#ancor>. Fecha de consulta: marzo de 2012.

sólo el 3.8% de la producción como leña y 4.9% como carbón (Figura 2.31). Estas cifras contrastan fuertemente con la estimación que realizó la FAO de alrededor de 38 millones de metros cúbicos anuales en promedio entre 1997 y 2010 y que corresponderían al 85% de la producción nacional maderable de ese periodo (Figura 2.33).

Es importante señalar que los datos de producción maderable no incluyen la “cosecha de leña” en gran parte de las zonas rurales, las zonas áridas o en las orillas de los caminos, la cual es empleada principalmente por la población rural como combustible. Es muy probable que el factor que incide de manera más fuerte sobre la discrepancia entre los datos nacionales y los de la FAO sea que el corte de leña ocurre sin informar a las autoridades federales. Esta actividad tiene lugar en zonas rurales y es administrada, en el mejor de los casos, por órganos de decisión locales.

Para lograr un aprovechamiento de madera sostenible, el volumen de madera que se extrae debe ser menor a la renovación natural

de los bosques. Si la explotación se encuentra por arriba de la renovación, entonces la base de recursos naturales se degrada y se compromete la disponibilidad futura de los mismos. El INFyS 2004-2009 calculó estimaciones sobre la tasa de renovación (denominada "aumento anual") para las coníferas, el grupo más utilizado industrialmente con fines maderables. De acuerdo con estos datos, el aumento anual de coníferas en México es de aproximadamente 15.5 millones de metros cúbicos de madera en rollo, el cual está por arriba (poco más de tres veces) de la producción registrada para este grupo de especies en 2011. Si bien esto sugeriría que no se ha sobrepasado la capacidad de producción de los bosques de coníferas del país, debemos recordar que la heterogeneidad en la disponibilidad, el aprovechamiento y el cambio de uso del suelo en el país podrían mostrar a nivel local panoramas distintos.

RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES

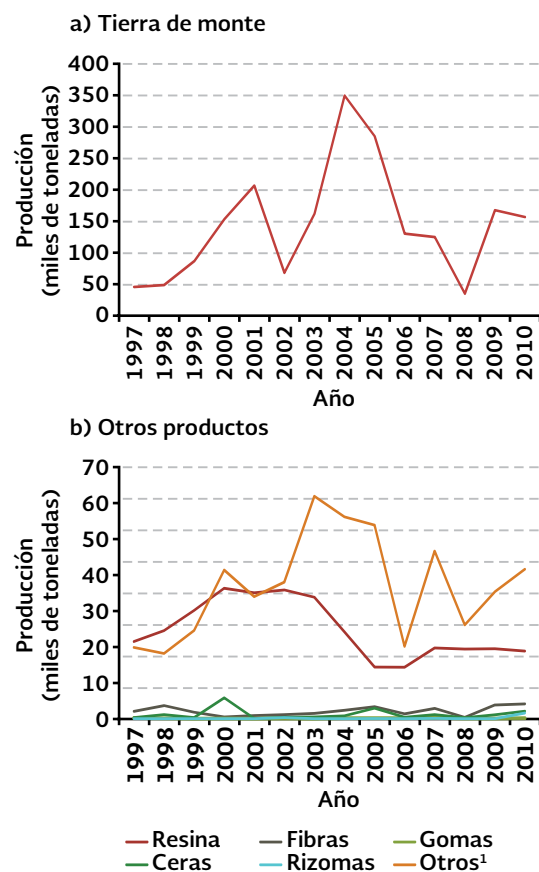
Los productos forestales no maderables (PFNM) reciben, por lo general, una menor atención en comparación con los recursos maderables. Sin embargo, comprenden una importante variedad de productos medicinales, alimenticios, materiales para la construcción, resinas, gomas, tintes, ceras, tierra de monte, esencias y aceites, entre otros. En general carecen de un mercado amplio y consolidado (a diferencia de los productos maderables) y en su mayoría son explotados localmente por personas de escasos recursos económicos. En virtud de ello, es probable que una parte importante del aprovechamiento de estos recursos no esté cuantificado con precisión en muchas regiones -particularmente las rurales-, en donde los usuarios no tienen la obligación de reportar su extracción. Por ello, los valores reportados aquí son seguramente subestimaciones de su aprovechamiento real en nuestro país y quizá por ello persiste la noción equivocada de que los PFNM constituyen un recurso de escaso valor económico.

La producción nacional de PFNM mostró fuertes oscilaciones en el periodo 1997-2010,

promediando poco más de 209 mil toneladas por año. La producción está influenciada mayormente por la extracción de tierra de monte, la cual osciló entre poco menos de 35 mil y 350 mil toneladas anuales y acumuló el 68.8% del volumen total de PFNM entre esos años (alrededor de 2 millones de toneladas, Figura 2.34a). Le siguen en importancia por su volumen de producción en el periodo, las resinas (11.8% del volumen total de PFNM, cerca de 347 mil toneladas) y las fibras (1%, poco más de 29 mil toneladas; Figuras 2.34b y 2.35; [Cuadro D3_RFORESTA04_05](#)).

Producción forestal no maderable, 1997 - 2010

Figura 2.34



Nota:

¹ Incluye: hongos, semillas, hojas, nopal, tallos, frutos, musgo, heno, etc.

Fuentes:

Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. Delegaciones Federales, Semarnat. México. 2007-2010.

SARH. *Compendio Estadístico de la Producción Forestal 1989-1993*. México. 1994.

Semarnap. *Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1995-1998*. México. 1996-1999.

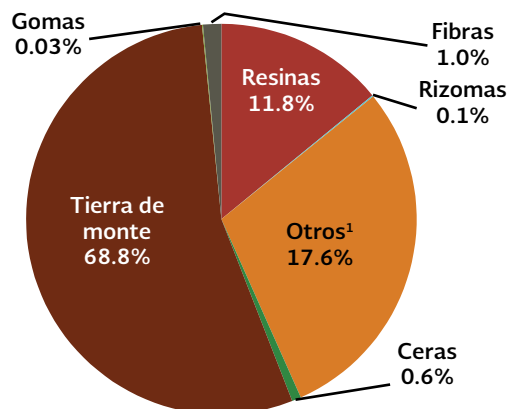
Semarnat. *Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1999-2006*. México. 2000-2007.

Si bien las fibras y las ceras no son los productos más importantes en cuanto al volumen de producción (en conjunto sumaron tan sólo 1.6% del volumen de PFNM del periodo; Figura 2.35), representan el sustento para muchas familias de bajos ingresos en el país. Generalmente se producen en las zonas áridas y semiáridas a partir de plantas de las familias de las agaváceas, bromeliáceas y euforbiáceas. Los estados que registraron la mayor producción no maderable entre 1997 y 2010 fueron el estado de México (728 273 toneladas; 21.9% del total para el periodo), Distrito Federal (591 288 t; 17.8%) y Sonora (587 987 t; 17.7%); en contraste, algunos de los que menos produjeron fueron: Quintana Roo (682 toneladas; 0.02% del total), Aguascalientes (753 t; 0.023%) y Baja California Sur (968 t; 0.03%; Mapa 2.16; Cuadro D3_RFORESTA04_04).

Una característica de la explotación de los PFNM es la escasa variedad de productos y especies silvestres en las cuales se concentra.

Producción forestal no maderable según producto, 1997 - 2010

Figura 2.35



Nota:

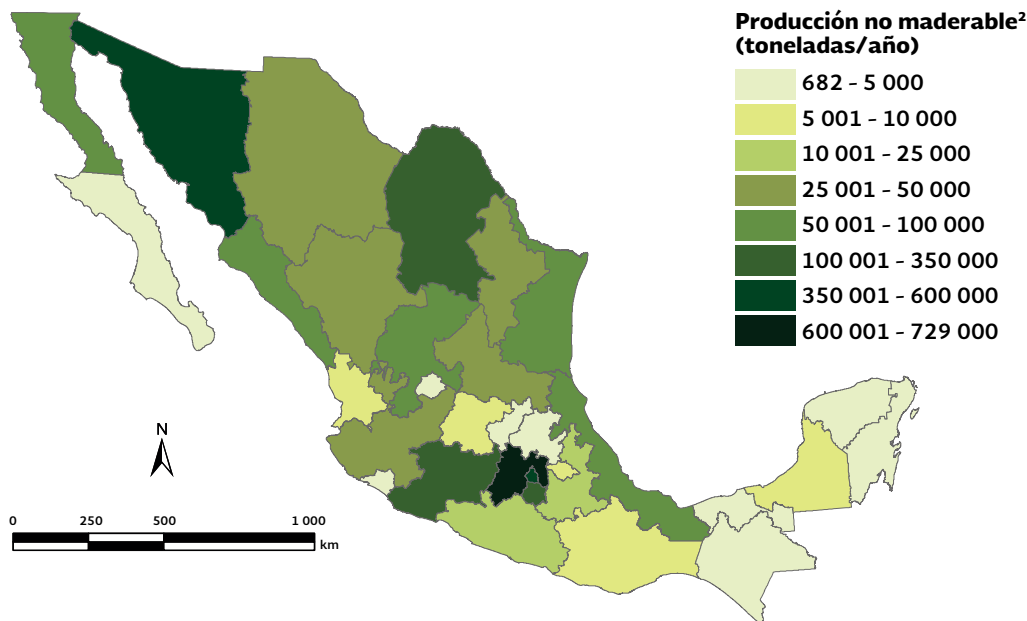
¹ Incluye: hongos, semillas, hojas, nopal, tallos, frutos, musgo, heno, etc.

Fuentes:

Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. Delegaciones Federales, Semarnat. México. 2007-2010.
 Semarnap. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1997-1999. México. 1998-2000.
 Semarnat. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1990-2005. México. 1991-2006.

Producción no maderable por entidad federativa, 1997 - 2010¹

Mapa 2.16



Notas:

¹ Los datos de 2010 corresponden a proyecciones del área.

² Los datos incluyen tierra de monte.

Fuentes:

Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. Delegaciones Federales, Semarnat. México. 2007-2010.
 SARH. Compendio Estadístico de la Producción Forestal 1989-1993. México. 1994.
 Semarnap. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1995-1998. México. 1996-1999.
 Semarnat. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1999-2006. México. 2000-2007.

Si consideramos que la riqueza florística del país alcanza poco más de 25 mil especies tan sólo para el caso de las plantas superiores, el número de ellas que se utiliza es muy reducido, ya que no llegan a 100 especies las que se explotan comercialmente y menos de un millar las que tienen aprovechamiento regional (Figura 2.36; [Cuadro D3_RFORESTA04_06](#)).

Un efecto colateral de esta concentración en unos pocos productos es que la economía de las personas y comunidades que dependen de ellas se torna vulnerable a las fluctuaciones del mercado, lo que ocasiona que si los precios de estos productos se desplomaran, podrían dejar a los productores en una situación muy comprometida; este caso ya ha ocurrido en el pasado, por ejemplo, a los productores de cera de candelilla, de chicle y de barbasco. Además de su potencial económico, se ha sugerido que incentivar el uso de algunos de los PFNM puede ser una excelente alternativa para la conservación de la vegetación natural donde se encuentran, ya que para su permanencia requieren de ecosistemas naturales con cierto grado de conservación.

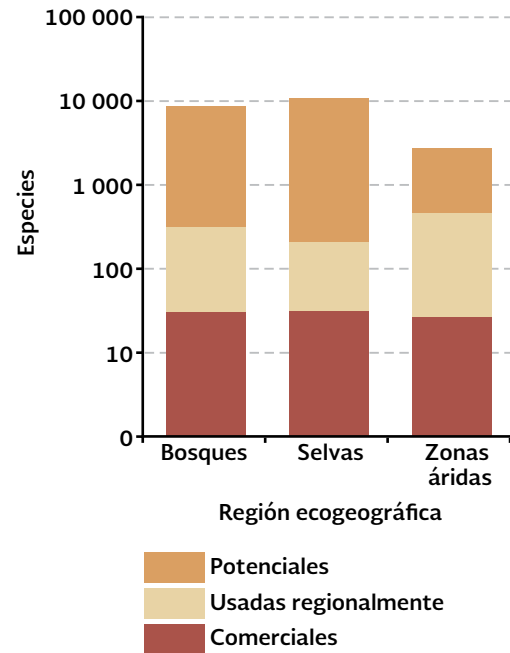
CONSERVACIÓN Y MANEJO SUSTENTABLE DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES Y SUS RECURSOS NATURALES

La magnitud de la transformación y de la pérdida histórica de los ecosistemas naturales, así como la aplicación durante décadas de esquemas de explotación no sustentables, han traído consigo, inevitablemente, la degradación ambiental de buena parte del territorio nacional. Si bien estas fuerzas son finalmente las más importantes por sus efectos sobre la vegetación natural, no son las únicas. Otras actividades, como las que resultan en la contaminación atmosférica, de los suelos y de los cuerpos de agua superficiales, principalmente, también han tenido un impacto, en ocasiones significativo, sobre el estado de los ecosistemas naturales del país.

Las consecuencias ambientales de la remoción y degradación de la cubierta vegetal se advierten claramente en México: van desde el deterioro

Especies aprovechadas y con potencial de aprovechamiento según región y formación vegetal

Figura 2.36



Fuentes:

Conabio. *La diversidad biológica de México: estudio de país*. México. 1998.

mismo del paisaje, hasta la degradación de los suelos y de su función productiva, la pérdida de la biodiversidad, la reducción de la disponibilidad y la calidad de las aguas superficiales y subterráneas y la escasez y baja producción de muchos productos que se derivan directa o indirectamente de los recursos naturales que proveen los ecosistemas. De igual modo, la vulnerabilidad de muchas regiones ante eventos meteorológicos extremos, como por ejemplo, lluvias torrenciales, inundaciones, ventiscas y huracanes, se debe en parte, al deterioro y pérdida de los ecosistemas naturales.

Sin embargo, las consecuencias del deterioro no se circunscriben tan sólo a la esfera ambiental, sino que, dada la fuerte dependencia que existe entre la población y el ambiente, trascienden y afectan el estado de bienestar de la población (véase la sección *Actividades humanas y ambiente* del capítulo de *Población*). La

degradación del ambiente generalmente se acompaña, en el corto, mediano o largo plazos, por la pérdida y el deterioro de los medios de subsistencia y de la calidad de vida de muchas comunidades (especialmente las rurales), lo cual puede llevar a situaciones de marginación y pobreza que pueden resultar en fenómenos sociales negativos para la sociedad en su conjunto. En este sentido, el desarrollo de la sociedad ha dependido, y lo seguirá haciendo, del continuo y adecuado aprovisionamiento de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas, el cual está inevitablemente ligado a su integridad y funcionamiento.

Frente a este panorama, ha sido evidente la necesidad de poner en marcha, desde el gobierno federal, estrategias que permitan garantizar la permanencia del capital natural nacional y del abastecimiento continuo de los servicios que brindan. En general, son tres las líneas dentro de las cuales pueden agruparse a los programas y acciones federales encaminadas a cumplir estos propósitos.

En primer lugar, están los instrumentos que buscan proteger y detener la pérdida de la superficie remanente de los ecosistemas naturales, con lo cual, además de salvaguardar a ecosistemas y especies representativas de la biodiversidad nacional, se conservan los servicios ambientales de muchas regiones del país. Dentro de ellos se encuentran, fundamentalmente, las áreas naturales protegidas, los humedales incluidos en la Convención Ramsar y los programas de pagos por servicios ambientales.

La segunda línea engloba todos los programas que buscan mejorar la calidad de vida de la población a través del estímulo a la explotación de los recursos naturales presentes en sus comunidades —principalmente los recursos forestales y faunísticos—, tratando de garantizar que ésta no rebase la capacidad de los mismos recursos para recuperarse y mantenerse en niveles que permitan su extracción en el largo plazo. Destacan dentro de ella los programas de aprovechamiento de la vida silvestre y de desarrollo forestal.

Un paso importante para el progreso y consolidación de esta línea fue el inicio, en febrero de 2007, del ProÁrbol. Este programa tiene como objetivos centrales contribuir a combatir la pobreza, recuperar la masa forestal e incrementar la productividad de los bosques y selvas del país. Entre sus esfuerzos también están los orientados hacia la conservación de las zonas forestales, dentro de los cuales se insertan los programas de pagos por servicios ambientales antes mencionados. Para mayores detalles respecto a este programa, sus objetivos particulares y líneas de acción, consúltese el Recuadro *ProÁrbol: conservación, recuperación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas terrestres de México* (en la Edición 2008 del Informe). En las siguientes secciones podrán encontrarse también algunos de los resultados de las diversas actividades que se han llevado a cabo en sus distintas líneas de acción.

Finalmente, el tercer grupo de instrumentos se encamina, por un lado, a revertir la pérdida de la vegetación natural, básicamente a través de la reforestación; y por otro, a detener la amenaza que constituyen, principalmente para los ecosistemas forestales, los incendios forestales y las enfermedades y plagas que los atacan. Debe mencionarse que también existen otros instrumentos que han servido, de manera indirecta, para la protección de los ecosistemas terrestres del país: los ordenamientos ecológicos del territorio y las evaluaciones de impacto ambiental. En el caso de los primeros, funcionan como instrumentos de planeación ecológica que buscan el balance entre las actividades productivas y la conservación de la naturaleza, a través de la conciliación de las aptitudes, prioridades y necesidades de los usos del suelo. Por su parte, las evaluaciones de impacto ambiental tienen el propósito de identificar y cuantificar los impactos que la ejecución de diversos proyectos pueden ocasionar al ambiente, estableciendo así su factibilidad ambiental y determinando las condiciones para su ejecución, así como las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales.

CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES Y SUS SERVICIOS AMBIENTALES

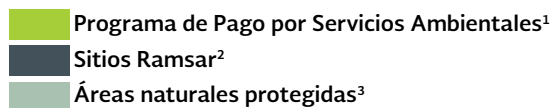
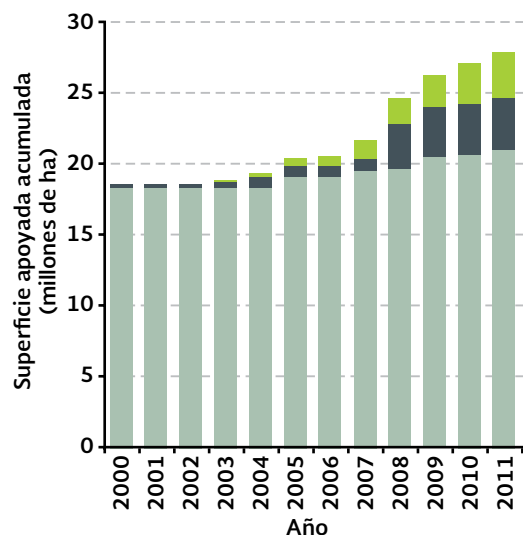
La estrategia de conservación de los ecosistemas terrestres pretende, básicamente, procurar la protección de zonas naturales importantes por su biodiversidad y/o los servicios ambientales que brindan a la sociedad. Dentro de esta estrategia, los instrumentos más importantes impulsados han sido las áreas naturales protegidas federales (ANP), los humedales de la Convención Ramsar y los programas de pago por servicios ambientales (PSA). En conjunto, estos instrumentos protegían, a diciembre de 2011, alrededor de 27.5 millones de hectáreas, lo que equivale aproximadamente al 14% de la superficie nacional continental (Figura 2.37).

Las áreas naturales protegidas constituyen una de las estrategias más utilizadas internacionalmente para mantener la integridad de los ecosistemas. Estas áreas son superficies representativas de diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido alterado significativamente por la actividad humana, las cuales proporcionan servicios ambientales de diversos tipos y albergan recursos naturales importantes o especies de importancia ecológica, económica y/o cultural. A nivel global, las áreas protegidas cubren 17 millones de kilómetros cuadrados, lo que equivale a cerca del 13% de la superficie terrestre (UNEP, 2011).

En México, el crecimiento de la superficie protegida de ecosistemas terrestres por ANP federales ha sido importante: pasó de 16.4 millones a 20.7 millones de hectáreas entre 1994 y diciembre de 2011, lo que representa, para este último año, alrededor del 10.5% de la superficie continental nacional (**Cuadro D3 BIODIV04_12; IB 6.1-6**). Cabe señalar que la superficie protegida de ecosistemas terrestres dentro de las ANP en 2011 corresponde al 81.2% de la superficie total incluida en este instrumento, ya que el restante 18.8% (4.8 millones de ha) corresponde a zonas marinas

Superficie apoyada por programas con enfoque de conservación de los ecosistemas, 2000 - 2011

Figura 2.37



Notas:

¹ La superficie de Programas de Servicios Ambientales incluye al Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) y al Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad y para Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA).

² La superficie por Ramsar corresponde a la que se encuentra fuera de las ANP.

³ La superficie de Áreas Naturales Protegidas sólo incluye las de carácter federal.

Fuentes:

Elaboración propia con datos de:
 Conafor, Semarnat. México. 2012.
 Conanp, Semarnat. México. 2012.

(para mayores detalles ver el capítulo de *Biodiversidad*). En las ANP federales terrestres los ecosistemas mayormente representados son los matorrales xerófilos (cerca de 7.3 millones de ha, 36% de la superficie terrestre protegida), los bosques templados (4.2 millones de ha, 21%) y las selvas subhúmedas y húmedas (3.1 millones de ha en conjunto, 9 y 7%, respectivamente).

A la par del desarrollo de las ANP federales se han creado también áreas protegidas de naturaleza estatal, comunitaria, ejidal y

privada que incrementan la superficie nacional bajo condiciones de protección, además de las llamadas áreas certificadas (mayores detalles acerca de estos instrumentos pueden consultarse en el capítulo de *Biodiversidad* en su sección de *Protección de la biodiversidad*). Al año 2010 se habían decretado 296 ANP a nivel estatal y 98 de carácter municipal, que ocupaban una superficie aproximada de 3.3 y 0.17 millones de hectáreas, respectivamente (Bezaury et al., 2009a y b). En el caso de las áreas certificadas, para septiembre de 2012 se contaban 324 áreas, con poco menos de 317 mil hectáreas.

México también participa en la corriente internacional de protección de humedales de la Convención Ramsar, a la cual se adhirió en 1986 y que busca la conservación y el uso racional de los humedales, en especial los de importancia internacional en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos. A diciembre de 2011, México había inscrito 134 sitios a la Convención, los cuales ocupaban alrededor de 8.9 millones de hectáreas. En el territorio continental del país están registrados 124 humedales Ramsar, con una superficie de alrededor de 6.6 millones de hectáreas, que protegen, entre otros ecosistemas, manglares, ciénegas, lagunas y desembocaduras de ríos. De ellos, 63 humedales están incluidos, total o parcialmente, dentro de las ANP —con una superficie de 3.1 millones de ha— mientras que 61 quedan excluidos de las áreas protegidas (con un área de cerca de 3.6 millones de ha). Para mayor información de los *humedales de la Convención Ramsar*, ver también el capítulo de *Biodiversidad*.

La reciente valoración de la importancia de los servicios ambientales de los ecosistemas ha llevado al diseño de un grupo de estrategias que buscan, en términos generales, que los propietarios de los terrenos que mantienen a los ecosistemas que producen ciertos servicios ambientales, reciban un pago por ello, incentivando su protección y evitando el

cambio de uso del suelo. En su mayoría, esta estrategia ha estado dirigida, tanto en México como en el mundo, hacia la protección de las cuencas, la conservación de los bosques y la biodiversidad y a la captura de carbono.

El primer paso que se dio en el país fue en el año 2003 con el Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH), a cargo de la Comisión Nacional Forestal (Conafor) y que formó parte del programa ProÁrbol. El objetivo principal del PSAH ha sido el mantenimiento de los servicios ambientales hidrológicos brindados por los bosques y selvas, a través de un pago económico a los poseedores de los terrenos forestales que los brindan, quienes tienen la obligación de mantener en buen estado su terreno —sin cambio de uso del suelo— durante el periodo en el que se establece el convenio. El apoyo se ha dirigido hacia zonas de cuencas críticas, con acuíferos sobreexplotados o aquéllas que abastecen poblaciones con más de 5 mil habitantes.

El Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad y para Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA), fue la segunda iniciativa en su tipo y comenzó en el año 2004. Promueve el acceso de los propietarios de terrenos forestales a los mercados nacionales e internacionales de los servicios ambientales relacionados con la captura de carbono y con la biodiversidad de los ecosistemas forestales. En este caso, los pagos se otorgan para incentivar a los dueños y poseedores a realizar las acciones destinadas a mantener o mejorar la provisión de los servicios ambientales de interés (mitigación del cambio climático, conservación de la biodiversidad). En conjunto, la superficie beneficiada —principalmente de bosques templados, mesófilos de montaña y selvas— por los programas de pagos por servicios ambientales (PSAH y PSA-CABSA) alcanzaron a diciembre de 2011 los 3.23 millones de hectáreas, de las cuales 2.42 millones (75%)

pertenecen al PSAH y las restantes 809.6 mil hectáreas (25%) al PSA-CABSA. La superficie estatal apoyada por los programas de servicios ambientales entre 2003 y 2011 se muestra en el Mapa 2.17. El estado que contó con la mayor superficie beneficiada en este periodo fue Oaxaca (con poco menos de 391 mil ha, es decir, 12.1% de la superficie total beneficiada por el programa), seguido por Durango (269 mil ha; 8.3%), Chihuahua (236 mil ha; 7.3%) y Chiapas (227 mil ha; 7%).

USO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES

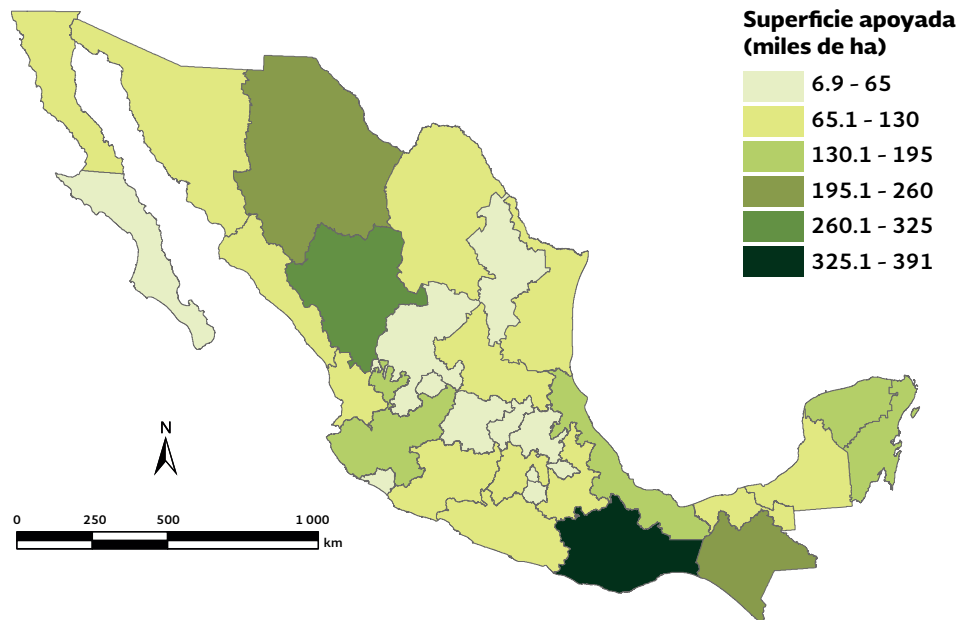
En México y el mundo, los recursos naturales fueron vistos durante mucho tiempo como fuentes inagotables de sustento o ingreso económico. De ahí que su aprovechamiento, en muchos casos, se haya regido exclusivamente

por su demanda en el mercado o las necesidades cotidianas, ignorando su capacidad natural para recuperarse de la variabilidad ambiental natural y de sus ritmos de explotación. Como consecuencia, las poblaciones de muchas especies se redujeron drásticamente, e incluso se extinguieron localmente, lo que produjo la caída de su producción o, en los casos más graves, su extinción comercial definitiva. No sólo la explotación comercial realiza la extracción no sustentable de los recursos naturales: aun ciertas prácticas extractivas tradicionales pueden provocar el deterioro de las poblaciones de la vida silvestre, por lo cual también requieren de regulaciones específicas que posibiliten su aprovechamiento en el largo plazo.

Con el fin de lograr el uso de la vida silvestre nacional bajo criterios de sustentabilidad, se han diseñado e implementado diversos

Superficie apoyada por los Programas de Pago por Servicios Ambientales¹ (PSA) por entidad federativa, 2003 - 2011

Mapa 2.17



Nota:

¹ La superficie incluye al Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) y al Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad y para Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA).

Fuente:

Elaboración propia con datos de: Conafor, Semarnat. México. 2012.

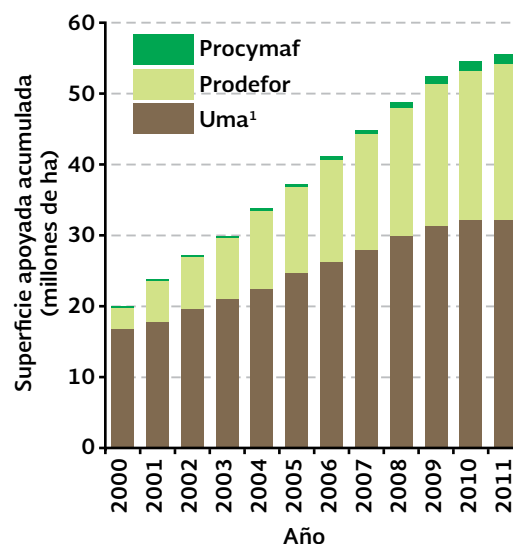
instrumentos que pueden agruparse en dos ejes principales: el encaminado al manejo de la vida silvestre de interés cinegético u ornamental, representado por las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (Uma); y en segundo lugar, aquél que busca el desarrollo de la actividad forestal por medio del aumento de la productividad y la diversificación en el uso de los ecosistemas forestales, a cargo del Programa de Desarrollo Forestal (Prodefor) y el Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (Procymaf). En ambos ejes se persigue también, como objetivo fundamental, el mejoramiento de la calidad de vida de los poseedores de los terrenos donde se encuentran los ecosistemas naturales aprovechados.

En conjunto, los programas de ambos ejes han apoyado, a diciembre de 2011, una superficie total cercana a los 55.6 millones de hectáreas (Figura 2.38), lo que equivale al 28.3% de la superficie continental del país. De la superficie beneficiada a 2011, el 57.9% pertenecía a las Uma (alrededor de 32.2 millones de ha⁷), 39.7% al Prodefor (22.1 millones de ha) y el restante 2.4% (cerca de 1.32 millones de ha) al Procymaf.

Las Unidades de Manejo de la Vida Silvestre (Uma) fueron establecidas en 1997 y son coordinadas por la Semarnat a través de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS). Buscan el aprovechamiento de la vida silvestre de forma legal y viable, a la vez que promueven esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado del ambiente, por medio del uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales. Además de permitir el uso sustentable de las poblaciones silvestres y de generar ganancias económicas a los poseedores de los terrenos donde se establecen las unidades, este instrumento podría conservar colateralmente el hábitat

Superficie apoyada con programas con enfoque de uso sustentable de los ecosistemas, 2000 - 2011

Figura 2.38



Nota:

¹ La superficie de Uma reportada para cada entidad corresponde a la que la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) considera como las unidades vigentes a diciembre de 2011.

Fuentes:

Elaboración propia con datos de:
 Dirección General de Vida Silvestre, Semarnat. México. 2012.
 Conanp, Semarnat. México. 2012.

de las especies objetivo —necesario para mantener el buen estado de las poblaciones aprovechadas—, así como los servicios ambientales que generan.

Las Uma se han concentrado en la zona norte del país, siendo los matorrales xerófilos, seguidos por los pastizales y los bosques templados, los principales ecosistemas beneficiados por este instrumento. Los estados con mayor superficie acumulada de Uma extensivas vigentes entre 1999 y 2011 fueron Sonora (7.9 millones de ha, 24.5% de la superficie nacional de Uma extensivas), Coahuila (4.9 millones de ha, 15.1%), Baja California (2.8

⁷ La superficie de Uma reportada en el texto corresponde a la que la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) considera como la de las unidades vigentes a diciembre de 2011. No obstante, el valor histórico reportado por esa Dirección, que incluye a las que ya se han dado de baja, contabiliza a la misma fecha una superficie de 36.1 millones de hectáreas.

millones de ha; 8.8%) y Baja California Sur (2.6 millones de ha, 8.2%; Mapa 2.18).

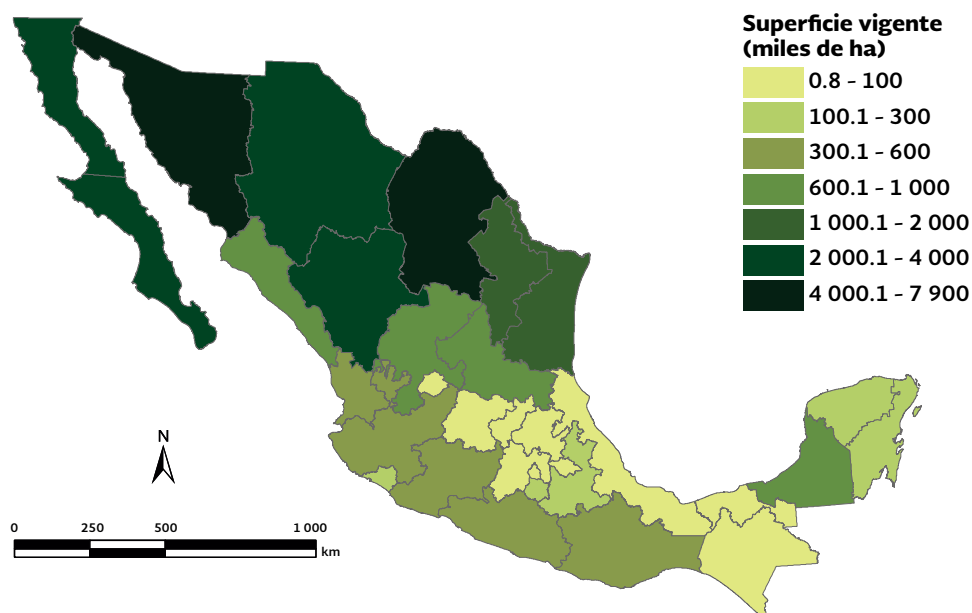
En algunos casos, la instalación de las Uma se ha llevado a cabo dentro de las ANP, lo que ha generado beneficios adicionales, entre ellos la disminución de la presión de las comunidades en las zonas protegidas. Aunque no se posee una cifra reciente de la superficie de Uma incluida en ANP, en 2005 ascendía a cerca de 2.5 millones de hectáreas, es decir, poco más del 10% de la superficie total de Uma para ese año. Mayores detalles respecto a las Uma pueden encontrarse dentro del capítulo de *Biodiversidad* en su sección de Protección de la biodiversidad.

El Programa de Desarrollo Forestal (Prodefor), iniciado en 1997 y coordinado por la Conafor dentro de ProÁrbol, procura impulsar la productividad y la diversificación en el uso de los

ecosistemas forestales, así como el desarrollo de la cadena productiva forestal, todo a través del otorgamiento de apoyos económicos a los poseedores de los terrenos forestales donde se realiza el aprovechamiento, que pueden ser ejidos, comunidades y pequeños propietarios. Este programa se coordina con los gobiernos de los estados. El Prodefor ha crecido significativamente desde su creación: pasó de 3 millones de hectáreas apoyadas para su incorporación o reincorporación en el periodo 1997-2000, a 22.2 millones en 2011. Los principales ecosistemas beneficiados han sido los matorrales xerófilos —básicamente por su riqueza en productos no maderables—, los bosques templados y las selvas. La superficie apoyada por estado entre 2003 y 2011 se muestra en el Mapa 2.19. Los estados con mayor superficie apoyada por este programa en ese periodo fueron Sonora (12% de la superficie total apoyada, 1.76 millones de

Superficie de Unidades de Manejo de la Vida Silvestre (Uma)¹ extensivas por entidad federativa, 1999 - 2011

Mapa 2.18

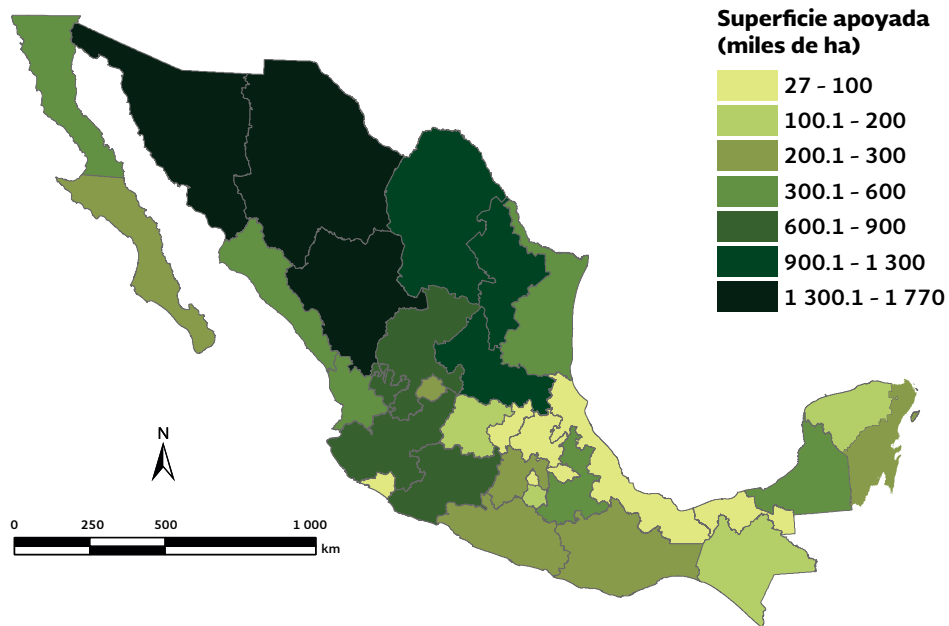


Nota:

¹ La superficie de Uma reportada para cada entidad corresponde a la que la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) considera como las unidades vigentes a diciembre de 2011.

Fuente:

Elaboración propia con datos de:
Dirección General de Vida Silvestre, Semarnat. México. 2011.



Fuente:
Elaboración propia con datos de:
Conafor, Semarnat. México. 2012.

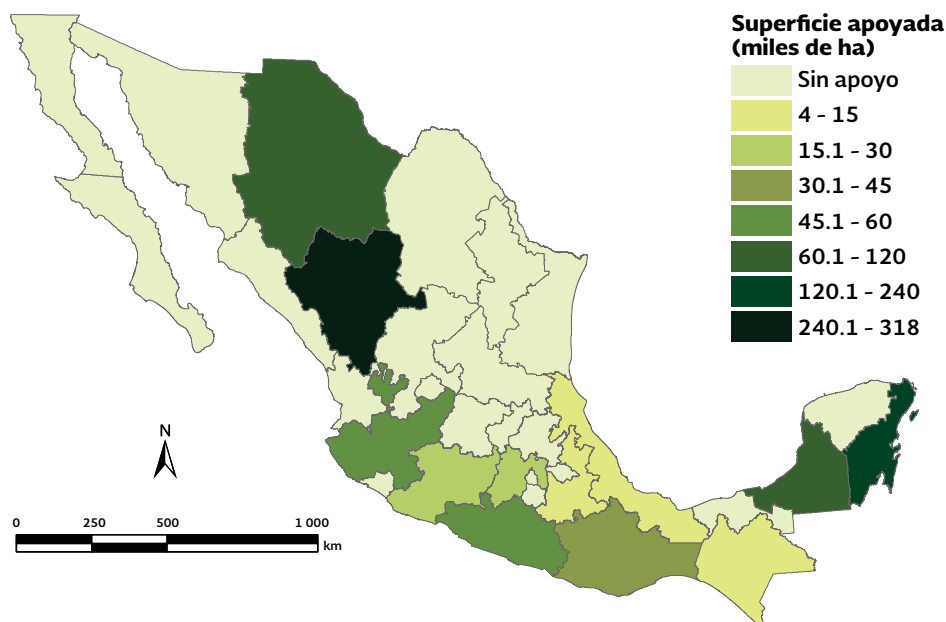
ha), Durango (10%, 1.51 millones de ha), Chihuahua (9%, 1.34 millones de ha) y San Luis Potosí (7%, 1.1 millones de ha).

Por su parte, el Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (Procymaf) busca que ejidos y comunidades, principalmente indígenas, ubicados en regiones prioritarias de los estados de Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Chiapas, Chihuahua, Campeche, Puebla, Veracruz y México, establezcan prácticas de manejo forestal sustentable bajo esquemas de silvicultura comunitaria que generen procesos de desarrollo local. En su primera fase (Procymaf I), que inició en 1998 y concluyó en 2003, este programa benefició bajo el concepto de buen manejo técnico cerca de 272 mil hectáreas; mientras que en su segunda fase (Procymaf II) benefició entre 2003 y 2010 un total de 1.32 millones de hectáreas. De los 12 estados en los que se ha implementado el programa, los que incorporaron una mayor superficie entre 2007

y 2010 fueron Durango (poco menos de 318 mil ha, es decir, cerca del 36% de la superficie total apoyada en el periodo), seguido por Quintana Roo (224 mil ha, 25%) y Campeche (cerca de 80 mil ha, 9%: Mapa 2.20).

RECUPERACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES

Ante la significativa pérdida y alteración de los ecosistemas naturales del país, fue indispensable el diseño e implementación de instrumentos de política ambiental dedicados no solamente a la protección de los remanentes de los ecosistemas y al aprovechamiento sustentable de la vida silvestre —incluida la actividad forestal—, sino otros orientados a la recuperación, cuando fuera posible, de zonas degradadas, afectadas por plagas o enfermedades, o de aquéllas en las que los ecosistemas naturales hubiesen desaparecido. Las principales estrategias dentro de esta línea han sido tradicionalmente



Fuente:
Elaboración propia con datos de:
Conafor, Semarnat. México. 2012.

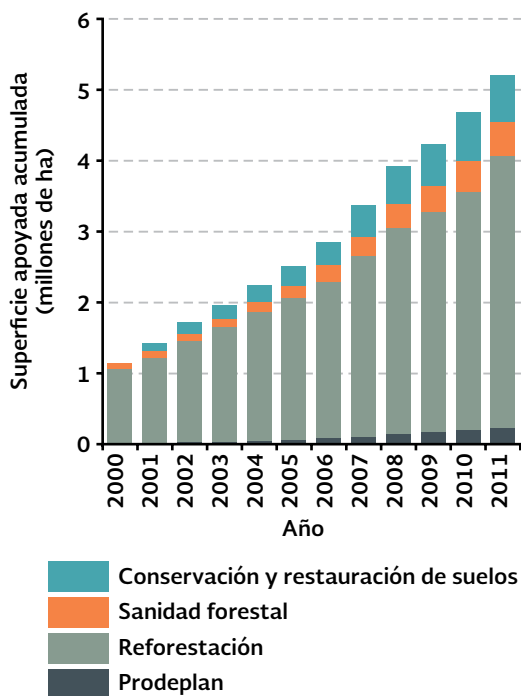
la reforestación, el impulso al establecimiento de plantaciones forestales, la restauración de suelos, el combate a los incendios forestales y las prácticas de sanidad forestal.

Aun cuando se sabe que algunas de estas estrategias —la reforestación, por ejemplo— no pueden restituir los ecosistemas a su condición original, es decir, con su biodiversidad y sus procesos ecológicos funcionando como lo hacían antes de la intervención humana, sí pueden contribuir a detener la degradación ambiental y mantener ciertos servicios ambientales básicos, como son la recarga de los acuíferos y la conservación de la productividad del suelo, por ejemplo. En algunos otros casos, como las acciones de combate a los incendios forestales, las plagas y enfermedades forestales, se evita tanto una mayor pérdida y alteración de los ecosistemas, como el que sus causas —el fuego y las plagas y enfermedades, respectivamente— se propaguen afectando mayores superficies de vegetación natural.

Los programas de recuperación de los ecosistemas terrestres implementados en el país incluyen al Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales (Procoref, dentro del cual están el Programa de Reforestación, las acciones de conservación y restauración de suelos forestales, así como las acciones de sanidad forestal) y al Programa de Plantaciones Forestales Comerciales (Prodeplan), ambos incluidos en el ProÁrbol y coordinados por la Conafor. La superficie acumulada atendida por estos dos programas hasta diciembre de 2011, según datos preliminares, ascendió a poco menos de 5.2 millones de hectáreas, de la cual 74.1% correspondió a los esfuerzos de reforestación (cerca de 3.8 millones de ha), 9.3% a las labores de sanidad forestal (alrededor de 481 mil ha), 12.5% a la conservación y restauración de suelos forestales (cerca de 650 mil ha) y 4.1% a las plantaciones forestales comerciales (alrededor de 212 mil ha; Figura 2.39). En total, la superficie atendida por estos instrumentos hasta 2011 ascendió al 2.6% de la superficie terrestre nacional.

Superficie apoyada con programas con enfoque de recuperación de los ecosistemas, 2000 - 2011

Figura 2.39



Fuente:
Elaboración propia con datos de:
Conafor. México. Febrero 2012.

Una estrategia adoptada por el Gobierno Federal para detener y revertir el deterioro de la cubierta forestal del país ha sido la reforestación. En 1995 se creó el Programa Nacional de Reforestación (Pronare), con el objeto de conseguir una reforestación apropiada en sitios estratégicos; fue transferido en 2001 a la Conafor y forma parte actualmente del Programa de Reforestación, del Procoref. En la actualidad, las labores de reforestación se realizan principalmente en áreas forestales perturbadas, con énfasis en las afectadas por incendios, sujetas a tala ilegal, sobrepastoreo y las susceptibles de reconversión a zonas forestales; una parte de la reforestación también se realiza en ANP. El Programa procura el empleo de especies nativas apropiadas para cada ecosistema. En

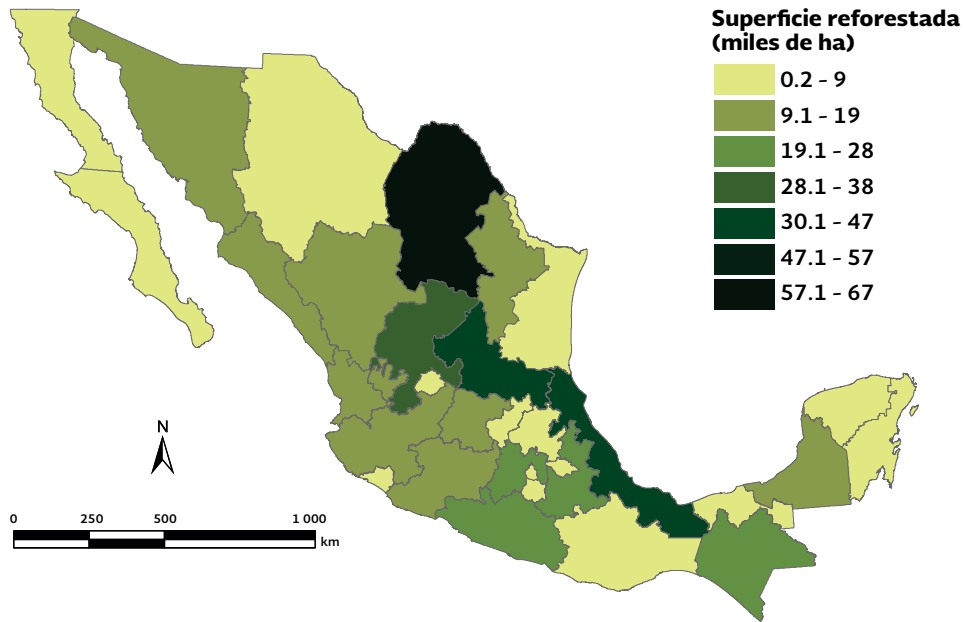
el caso de las especies tropicales, se prefiere el cedro rojo, la caoba, el palo de rosa y la primavera, mientras que para las regiones templadas se eligen coníferas, principalmente pinos. Para las regiones semiáridas, se producen agaves⁸, nopales, mezquites, sotoles y pinos piñoneros.

La superficie reforestada en el país ha seguido una tendencia creciente desde principios de los años ochenta hasta el presente: mientras que en 1993 se reforestaron cerca de 14 500 hectáreas, para el 2011 alcanzaron las poco menos de 481 mil. En este último año, los estados en los que se reforestó una mayor superficie fueron Coahuila (66 561 ha), Veracruz (40 791 ha), San Luis Potosí (39 622) y Zacatecas (30 678 ha; Mapa 2.21). En contraste, los estados con menores superficies reforestadas fueron el Distrito Federal (232 ha) y Baja California Sur (1 562 ha).

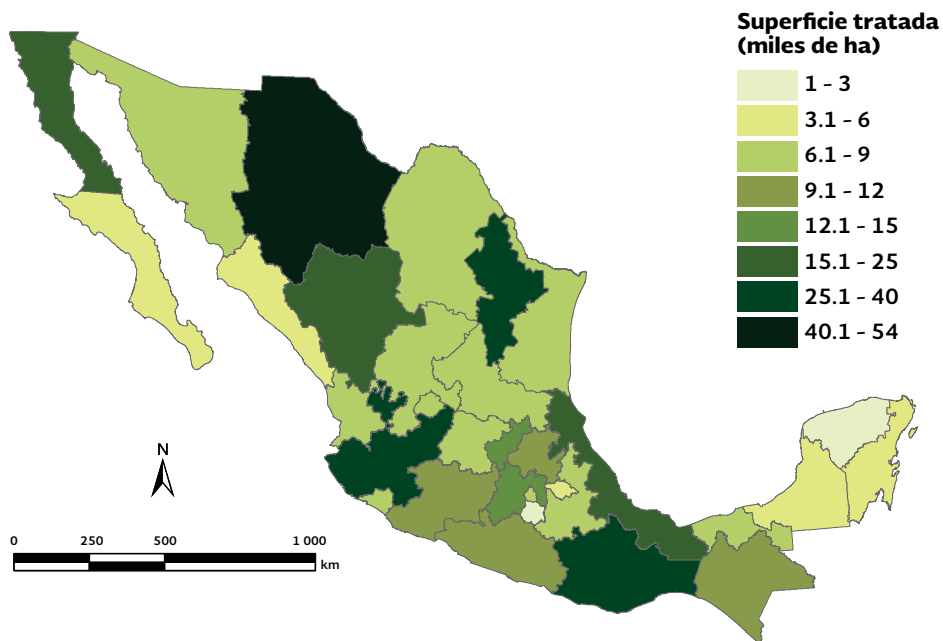
Las plagas y enfermedades forestales pueden ocasionar graves efectos a los ecosistemas y, paralelamente, a las comunidades rurales dedicadas a la actividad forestal. Las prácticas de sanidad forestal que realiza el Procoref están encaminadas fundamentalmente a prevenir y combatir plagas y enfermedades forestales que podrían tener impactos ecológicos, económicos y sociales. Las acciones incluyen el diagnóstico fitosanitario, el cual se realiza principalmente en las zonas de vegetación natural, así como en plantaciones forestales, viveros, áreas reforestadas y zonas urbanas. Una vez que se ha realizado el diagnóstico, y en caso de encontrarse áreas afectadas, se procede al tratamiento.

Entre 2003 y 2011, la superficie promedio tratada a nivel nacional fue de poco más de 43 mil hectáreas. Los estados que mayor superficie trataron en ese periodo fueron Chihuahua (poco menos de 54 mil ha), Jalisco (cerca de 39 mil ha) y Nuevo León (31 mil ha), mientras que las menores superficies que se registraron por el mismo concepto fueron Morelos (1 296 ha), Yucatán (2 551 ha) y Baja California (3 355 ha; Mapa 2.22).

⁸ Aunque los agaves, nopales y otras especies de suculentas de las zonas áridas y semiáridas no son árboles, son adecuadas para recuperar estas zonas por su resistencia y función en los ecosistemas, tales como la protección del suelo y el control de las escorrentías.



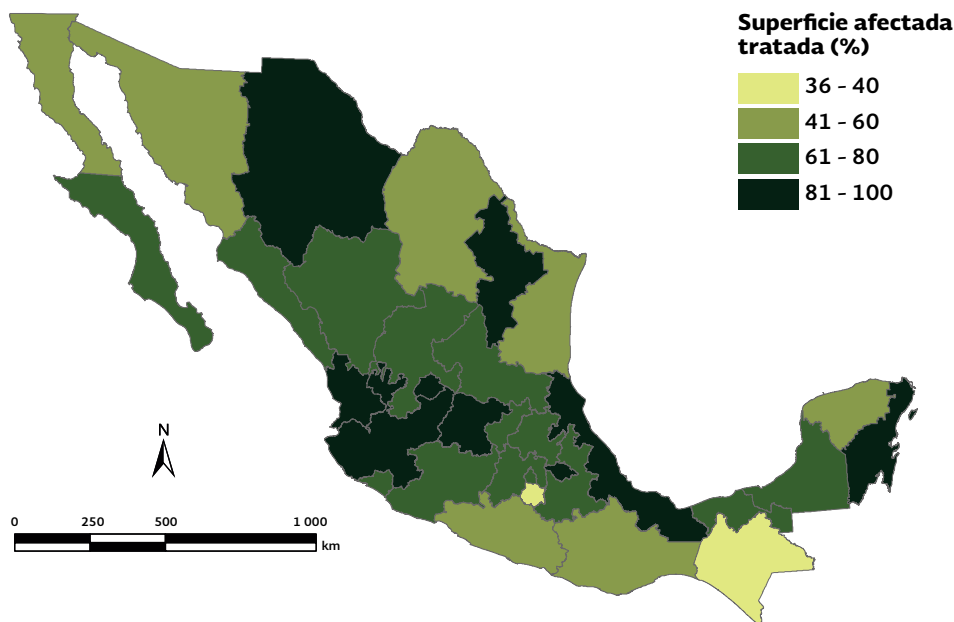
Fuente:
Gerencia de Planeación y Evaluación, Conafor, Semarnat. México. 2012



Fuente:
Elaboración propia con datos de:
Conafor, Semarnat. México. 2012.

Superficie afectada por plagas y enfermedades forestales que recibió tratamiento por entidad federativa, 2003 - 2011

Mapa 2.23



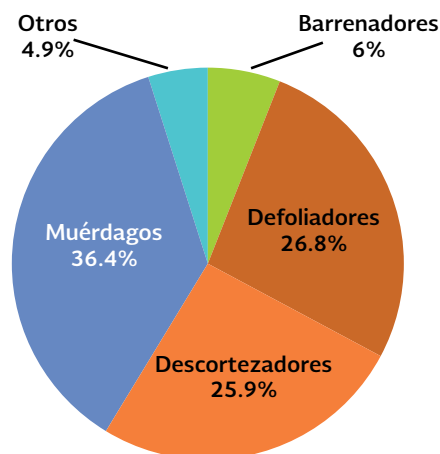
Fuente:
Elaboración propia con datos de:
Conafor, Semarnat. México. 2012.

El esfuerzo nacional en el tratamiento de las superficies afectadas por enfermedades o plagas forestales resulta aún insuficiente, puesto que de la superficie afectada en el periodo 2003-2011, sólo se realizaron actividades sanitarias en poco más del 67% de la superficie con algún tipo de afectación. Los estados que trataron el mayor porcentaje de su superficie afectada fueron Aguascalientes y Nayarit (ambos con la totalidad del área afectada), Nuevo León (con poco más del 97%) y Guanajuato (poco más del 93%). En contraste, los estados que trataron una proporción menor de su superficie afectada fueron Morelos (alrededor del 36%), Chiapas (poco menos del 37%) y Guerrero (alrededor del 42%; Mapa 2.23).

Considerando la superficie tratada, las plagas más combatidas en el periodo 2003-2011 fueron los muérdagos, con 141 351 hectáreas (equivalente al 36.4% de la superficie tratada en el periodo), seguidos por los defoliadores (104 242 ha; 26.8%), los descortezadores (100 583 ha; 25.9%) y los barrenadores (23 249 ha; 6%; Figura 2.40).

Superficie tratada por plagas y enfermedades forestales, según tipo, 2003 - 2011

Figura 2.40



Fuentes:
Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y de Suelo, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Semarnat. México. Abril 2011.
Gerencia de Sanidad Forestal, Conafor, Semarnat. México. Abril 2011.

La presión sobre los ecosistemas forestales por la extracción de madera y productos no maderables afecta la calidad de los bosques, pasando de bosques primarios a bosques secundarios más pobres en especies y con servicios ecosistémicos alterados. Una de las opciones empleadas a lo largo del mundo para reducir las presiones sobre las comunidades forestales ha sido el establecimiento de sistemas manejados de donde puedan obtenerse los productos que se extraen de la vegetación natural de manera fácil y rentable. Estos sistemas no sólo reducen la presión sobre los recursos forestales, sino también evitan paralelamente la degradación del suelo y favorecen la recarga de los mantos acuíferos, entre otros servicios ambientales. En el mundo, desde 1990, las plantaciones forestales han crecido a una tasa del 2.2% anual, esto es, alrededor de 4.6 millones de hectáreas anuales, para totalizar en 2010 con alrededor de 265 millones de hectáreas (UNEP, 2011).

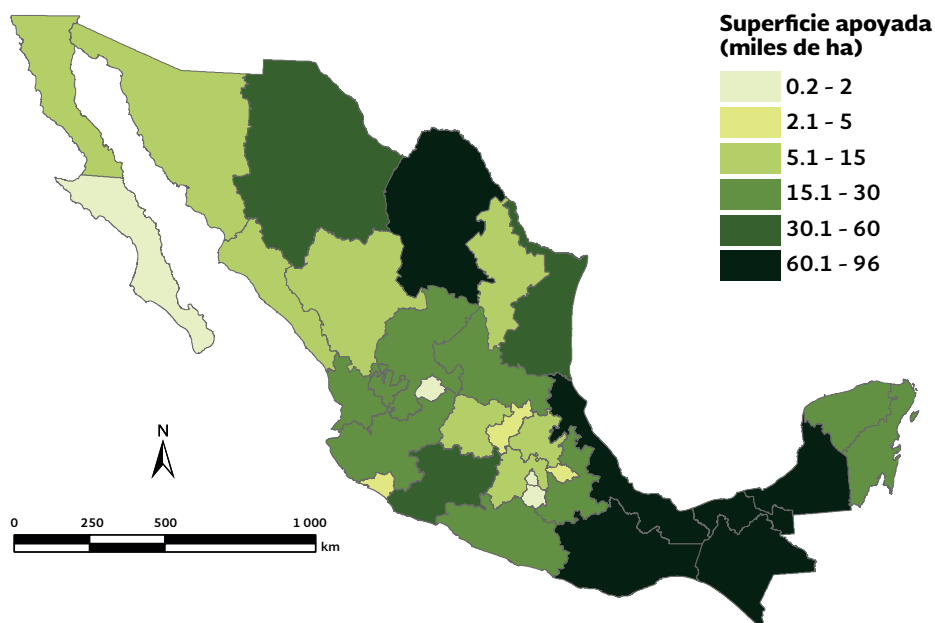
En México, en 1997 se puso en operación el Programa para el Desarrollo de Plantaciones

Forestales Comerciales (Prodeplan), con objeto de apoyar el establecimiento (en terrenos no boscosos) y el mantenimiento de plantaciones comerciales para alcanzar la autosuficiencia en productos forestales. Este programa ha producido resultados notables en los últimos años: del año 1997 al 2011 se han apoyado plantaciones en poco más de 788 mil hectáreas, cubriendo todas las entidades del país, sin embargo, Veracruz (poco más de 95 mil ha), Campeche (poco menos de 92 mil ha), Coahuila (cerca de 67 mil ha) y Chiapas (66 mil ha) fueron las entidades con mayor superficie apoyada en ese periodo (Mapa 2.24).

Otro frente de lucha contra la destrucción de la cobertura vegetal del país es el combate de los incendios forestales. Sus acciones incluyen la prevención, el pronóstico y el combate directo. Entre las prácticas de prevención se cuentan las brechas cortafuego y las quemas prescritas, la educación ambiental y acciones legales. Para el pronóstico de incendios se cuenta con el apoyo del Servicio Meteorológico Nacional, que proporciona información sobre

Superficie apoyada por el Programa de Plantaciones Forestales Comerciales (Prodeplan) por entidad federativa, 1997 - 2011

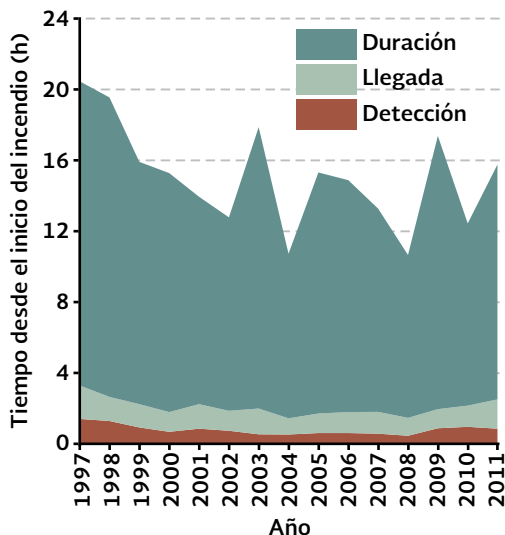
Mapa 2.24



Fuente:
Elaboración propia con datos de:
Conafor, Semarnat. México. 2012.

Duración promedio de los incendios forestales en México, 1997 - 2011

Figura 2.41



Fuente:
Elaboración propia con datos de:
Conafor, Semarnat. México. 2012.

sequías y altas temperaturas. Paralelamente, y mediante un acuerdo con el Ministerio de Recursos Naturales de Canadá se administra el Sistema de Información de Incendios Forestales de México. Por este medio se genera un índice de riesgo de incendios basado en datos meteorológicos, la cantidad de materia combustible y la topografía, entre otros criterios.

A partir de esta información se genera una representación cartográfica que señala los puntos donde se pueden presentar incendios más severos. La detección de incendios en curso tiene lugar mediante avistamientos desde torres, aviones o vehículos terrestres. La Universidad de Colima y la Conabio monitorean constantemente vía satélite los “puntos de calor” del territorio, que son las zonas donde tienen lugar los incendios. Todo esto permite acudir lo antes posible a los sitios afectados para combatir el fuego. En el periodo 1997-2011, el tiempo promedio de detección de los incendios fue de 48 minutos, mientras que las llegadas promediaron una hora con 18

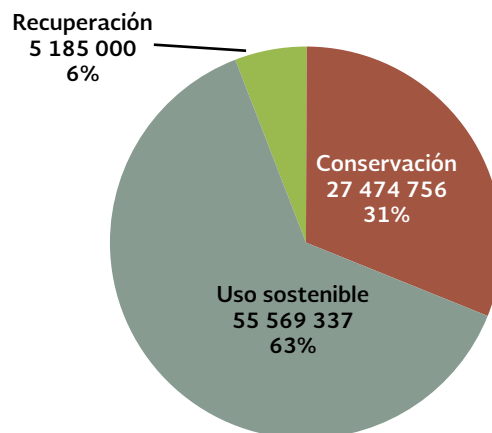
minutos y la duración de los incendios fue de 13 horas (Figura 2.41).

A manera de resumen, hasta diciembre de 2011 los instrumentos englobados en las tres líneas anteriores—conservación, uso sostenible y recuperación de los ecosistemas— podrían haber atendido, en conjunto, una superficie acumulada de 88.2 millones de hectáreas, lo que representaría alrededor de 44.9% del territorio continental nacional (Figura 2.42). No obstante, es muy importante considerar que, en virtud de que algunos instrumentos traslapan sus áreas de influencia (p. e., las Uma y los PSA con las ANP o las zonas que se reforestan dentro de las ANP), la superficie realmente atendida es menor.

Superficie nacional con programas con enfoque de conservación, uso sostenible y de recuperación de los ecosistemas terrestres, 2011

Superficie en millones de hectáreas y en porcentaje

Figura 2.42



Superficie total bajo los tres enfoques¹:
88.2 millones de hectáreas, 44.9% de la superficie continental nacional

Nota:
¹ Debido a que algunos instrumentos traslapan sus áreas de influencia, la superficie total real bajo los tres enfoques es menor a la citada.

Fuentes:
Elaboración propia con datos de:
Conafor. México. Febrero 2012.
Conanp. México. Enero 2011.
Dirección General de Vida Silvestre, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Semarnat. México. Marzo 2012.

OTROS INSTRUMENTOS INDIRECTOS DE PROTECCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES

Ordenamiento ecológico del territorio

El uso del suelo ha estado regido principalmente por las necesidades de alimento, vivienda y costumbres de la sociedad, las cuales transformaron muchos ecosistemas hacia tierras de cultivo, áreas para la crianza del ganado y zonas urbanas, entre otros usos. Las consecuencias ambientales de estos cambios, además de la pérdida de superficie vegetal, biodiversidad y servicios ambientales, trajeron en muchos casos consecuencias económicas y sociales negativas para muchos grupos humanos. Actualmente, el establecimiento de poblaciones en zonas de alto riesgo, el desmonte de los bosques en áreas montañosas para favorecer campos agrícolas y la eliminación de manglares para el desarrollo de granjas acuícolas, son algunos ejemplos del tipo de decisiones que, tomadas sin conocimiento de la aptitud de los terrenos, han ocasionado mayores problemas ambientales y sociales en comparación con los beneficios que aportaron.

La decisión sobre qué uso darle a un terreno debería estar determinada, al menos en parte, por un “análisis de aptitud”, el cual es un procedimiento que, a partir de los atributos ambientales del área de estudio, permite conocer las alternativas de uso del territorio, entre las que se incluyen las actividades productivas, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad. A pesar de que dicha decisión está influida por consideraciones económicas, sociales o históricas, los atributos naturales de un territorio juegan un papel determinante al definir los límites para el desarrollo de las actividades productivas.

El instrumento que pretende conciliar las aptitudes, prioridades y necesidades de los usos del suelo, es el ordenamiento ecológico

del territorio, el cual se define jurídicamente como “el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente; la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos” (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Título Primero, Artículo 3, fracción XXIV).

A partir de la publicación en 2003 del reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET), el enfoque del OET se dirige hacia el logro de un balance entre las actividades productivas y la conservación de la naturaleza a través de un proceso participativo en el que los distintos sectores de una zona sujeta a ordenamiento hacen explícitas sus necesidades e intereses (tanto actuales como futuras); y buscan, mediante la negociación y la conciliación de intereses, el patrón de ocupación y uso del territorio y las regulaciones que minimicen el conflicto entre sus actividades, para adoptarlo y sujetarse a sus términos.

De acuerdo con la LGEEPA, existen cuatro modalidades de programas de ordenamiento ecológico: 1) el ordenamiento ecológico general, de carácter indicativo para los particulares, pero obligatorio para la Administración Pública Federal, el cual se refiere a la totalidad del territorio y que es competencia de la Federación; 2) el ordenamiento regional, aplicable a dos o más estados, a dos o más municipios o al estado completo y cuya expedición es competencia de las autoridades estatales; 3) el ordenamiento local, que se aplica en un municipio completo o en parte de éste y cuya expedición es competencia de las autoridades municipales, y 4) los ordenamientos ecológicos marinos, que incluyen las zonas marinas y las zonas federales adyacentes que son competencia de la Federación (ver el Recuadro *Ordenamientos ecológicos marinos*).

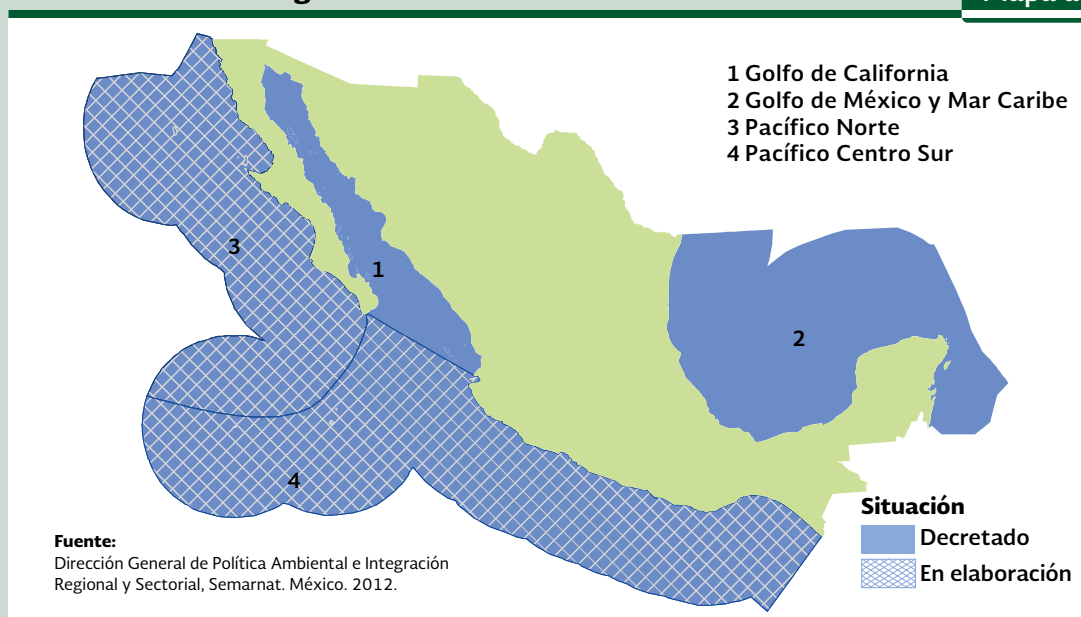
En el país actualmente se cuenta con dos ordenamientos marinos decretados y dos en proceso de elaboración. Los decretados corresponden al Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (OEMGC) y al Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (OEMyRGMMyMC). El primero de ellos cubre una superficie de 24.71 millones de hectáreas (Mapa a) y tiene entre sus objetivos inducir el desarrollo de las principales actividades humanas de la zona, tales como la pesca y el turismo hacia las zonas de mayor aptitud y menor impacto ambiental. Asimismo, busca que el Comité de Ordenamiento Ecológico se consolide como espacio de gobernabilidad regional ambiental, por medio del cual se fortalezca la transversalidad de las políticas públicas, se informe sobre las acciones que el gobierno y la sociedad desarrollan en la región y se impulse el trabajo conjunto y la toma de decisiones plurales para la atención de los problemas y conflictos ambientales de la región. Cabe

señalar que el Golfo de California es uno de los ecosistemas marinos más productivos del mundo y un sitio con alta biodiversidad, encontrándose además en sus aguas dos especies muy importantes desde el punto de vista de la conservación: la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) y la vaquita marina (*Phocoena sinus*), ambas enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el caso del OEMyRGMMyMC, permitirá regular e inducir los usos del suelo y las actividades productivas de esa región, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. El área sujeta a ordenamiento cubre cerca de 99.5 millones de hectáreas, de las cuales el 83% corresponde a zonas marinas (decretada en 2012) y el restante 17% a zonas terrestres (Mapa a). Desde el punto de vista ambiental,

Ordenamientos ecológicos marinos

Mapa a



la región es importante por su riqueza de ecosistemas tanto en la porción marina, como en la terrestre e insular, que incluye arrecifes coralinos, humedales, selvas bajas y medianas y sistemas lagunares costeros. Desde el punto de vista económico, en esa zona se realizan dos actividades importantes para el país

en cuanto a la generación de ingreso: la producción petrolera y la industria turística. Los Ordenamientos Ecológicos Marinos y Regionales del Pacífico Norte (que comenzó en 2009) y del Pacífico Centro Sur (iniciado en 2011) están aún en etapa de elaboración.

Referencias:

Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial, Semarnat. México. 2012.

DOF. Decreto por el que se aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. *Diario Oficial de la Federación*. México. 2006 (29 de noviembre).

DOF. Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa. *Diario Oficial de la Federación*. México. 2012 (24 de noviembre).

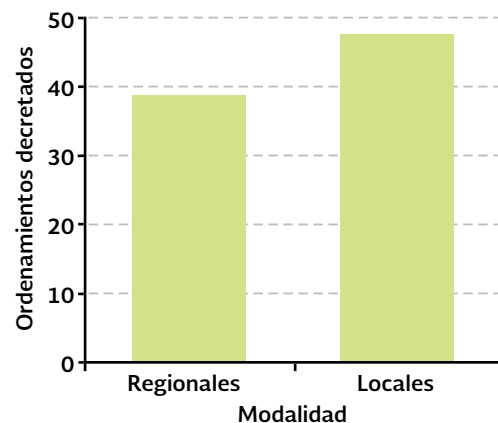
El Ordenamiento Ecológico General del Territorio (OEGT), publicado en septiembre de 2012, "...establece las bases que permiten que las secretarías de Estado se coordinen con estados y municipios para elaborar e instrumentar sus proyectos tomando en cuenta la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural" (Semarnat, 2012). En su formulación, que comenzó en el año 2008, participaron las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que realizan actividades que inciden en la ocupación del territorio (como las secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Desarrollo Social; Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Comunicaciones y Transportes; Turismo; Energía; Reforma Agraria; Economía, Gobernación y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía), y fue retroalimentado por las autoridades de planeación del desarrollo y ambiental de los estados y los Consejos Consultivos para el Desarrollo Sustentable.

Con respecto a los ordenamientos ecológicos locales, hasta diciembre de 2012 la Dirección

General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial de la Semarnat tenía registrados 48 decretados y varios más en proceso de formulación a cargo de los gobiernos municipales. En lo referente a los ordenamientos regionales, en esa misma

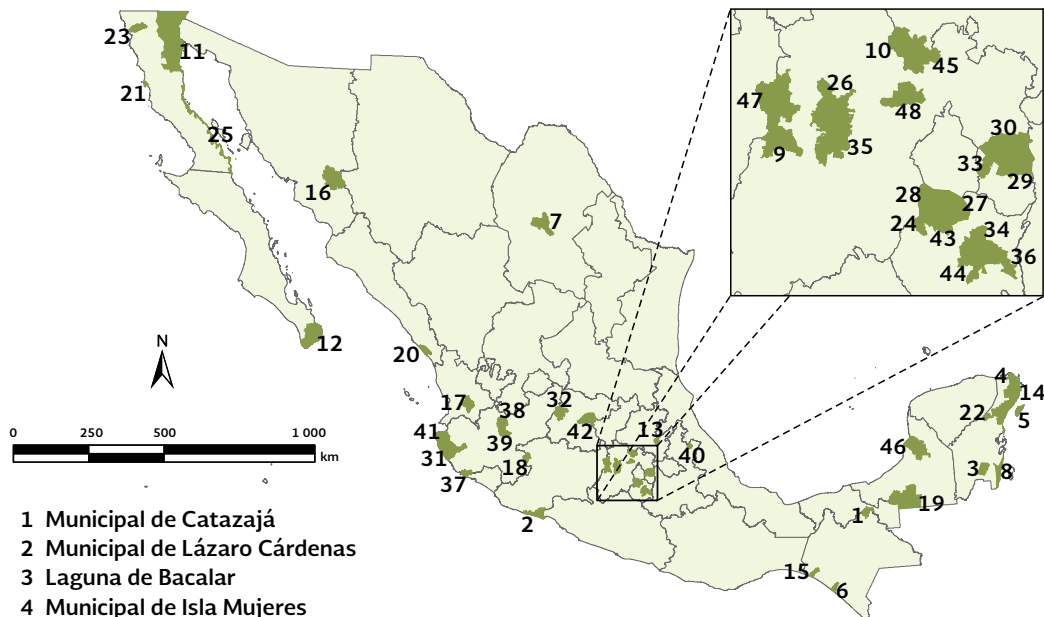
Ordenamientos ecológicos locales y regionales decretados, 2012

Figura 2.43



Fuente:

Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial, Semarnat. México. 2012.

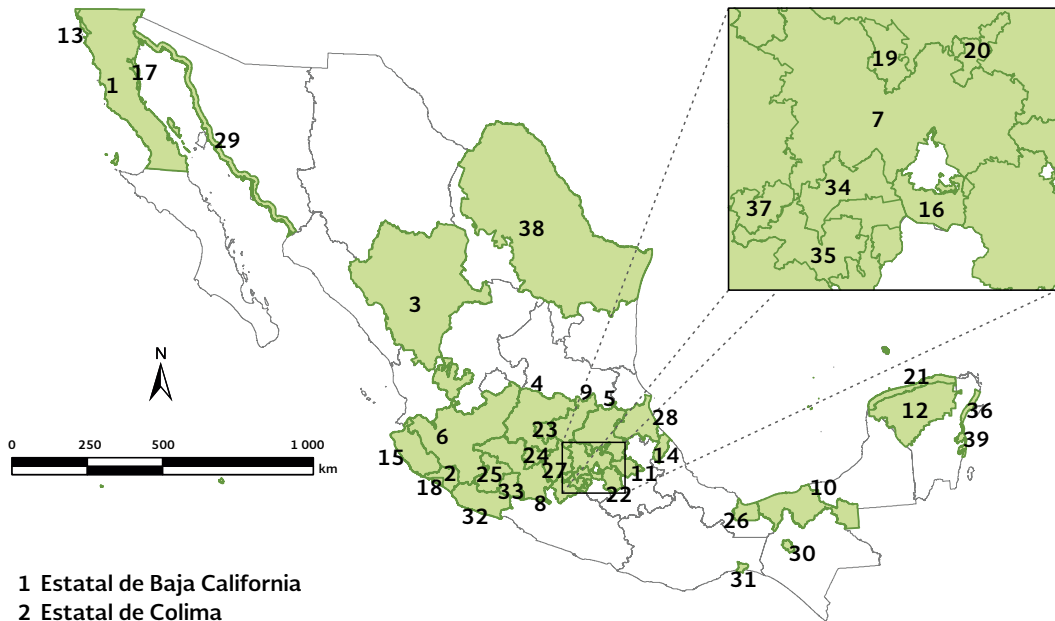


- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1 Municipal de Catazajá | 27 Municipal de Tepoztlán |
| 2 Municipal de Lázaro Cárdenas | 28 Municipal de Huitzilac |
| 3 Laguna de Bacalar | 29 Municipal de Tlalmanalco |
| 4 Municipal de Isla Mujeres | 30 Municipal de Ixtapaluca |
| 5 Municipal de Cozumel | 31 Municipal de Tomatlán |
| 6 Cuenca Río Coapa | 32 Municipal de León |
| 7 Cuatro Ciénegas | 33 Municipal de Chalco |
| 8 Costa Maya | 34 Municipal de Cuautla |
| 9 Municipal de Villa de Allende | 35 Municipal de Almoloya de Juárez |
| 10 Municipal de Tepeji del Río de Ocampo | 36 Municipal de Jonacatepec |
| 11 Municipal de Mexicali | 37 Municipal de Cihuatlán |
| 12 Municipal de Los Cabos | 38 Municipal de Zapopan |
| 13 Municipal de Huasca de Ocampo | 39 Municipal de Tlajomulco |
| 14 Municipal de Benito Juárez | 40 Municipal de Cuetzalan |
| 15 Subcuenca del Río Zanatenco | 41 Municipal de Cabo Corrientes |
| 16 Municipal de Rosario Tesopaco | 42 Municipal de Allende |
| 17 Municipal de Santa María del Oro | 43 Municipal de Jiutepec |
| 18 Municipal de Cotija | 44 Municipal de Ayala |
| 19 Municipal de Candelaria | 45 Municipal de Huehuetoca |
| 20 Zona Costera del Municipio de Rosario | 46 Municipal de Campeche |
| 21 San Quintín | 47 Municipal de San José del Rincón |
| 22 Municipal de Solidaridad | 48 Municipal de Nicolás Romero |
| 23 Corredor San Antonio de las Minas Valle de Guadalupe | |
| 24 Municipal de Cuernavaca | |
| 25 Costero Terrestre Puertecitos - Paralelo 28 | |
| 26 Municipal de Ixtlahuaca | |

Fuente:
 Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial, Semarnat. México. 2012.

fecha, 39 contaban con decreto y varios más se encontraban en proceso de formulación a cargo de los gobiernos estatales (Figura 2.43). Actualmente, alrededor del 39% de la superficie terrestre nacional, es decir, 77.6 millones de hectáreas, cuenta con un ordenamiento ecológico decretado, ya sea regional o local.

La mayoría de los ordenamientos ecológicos decretados se localizan en el centro del país, la península de Yucatán y el norte de la península de Baja California, involucrando una gran parte de ellos la participación de los sectores de desarrollo urbano y turístico (Mapas 2.25 y 2.26). En el caso de ambas penínsulas, a través



- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Estatal de Baja California 2 Estatal de Colima 3 Estatal de Durango 4 Estatal de Guanajuato 5 Estatal de Hidalgo 6 Estatal de Jalisco 7 Estatal de México 8 Estatal de Michoacán 9 Estatal de Querétaro 10 Estatal de Tabasco 11 Estatal de Tlaxcala 12 Estatal de Yucatán 13 Corredor Costero Tijuana-Rosarito-Ensenada 14 Cuenca de los ríos Bobos y Solteros 15 Costa Alegre de Jalisco 16 General del Distrito Federal 17 Corredor costero San Felipe-Puertecitos 18 Subcuenca de la Laguna de Cuyutlán 19 Tula-Tepeji 20 Valle Pachuca-Tizayuca 21 Costa de Yucatán | <ul style="list-style-type: none"> 22 Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia 23 Región Laja-Bajío 24 Cuenca Lago de Cuitzeo 25 Cuenca del río Tepalcatepec 26 Cuenca Baja del río Coatzacoalcos 27 Región Mariposa Monárca 28 Cuenca del río Tuxpan (Veracruz) 29 Costa de Sonora 30 Subcuenca del río Sabinal 31 Subcuenca del río Lagartero 32 Sierra Costa de Michoacán 33 Zona denominada Infiernillo 34 Zona Metropolitana Valle de Toluca 35 Subcuenca Nevado Sur 36 Corredor Cancún-Tulum 37 Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco 38 Cuenca de Burgos 39 Zona Costera Reserva de la Biosfera Sian Ka'an |
|--|--|

Fuente:
 Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial, Semarnat. México. 2012.

de los ordenamientos se busca la preservación del entorno para que los destinos continúen resultando atractivos a los turistas, ya que esta industria es una de las fuentes más importantes de ingresos en ambas regiones. Esto no excluye la participación de otros sectores orientados hacia la preservación ecológica y las actividades productivas, como el agropecuario, pesquero y forestal.

La evaluación del impacto ambiental

El impacto ambiental se define como cualquier modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza. Sin embargo, sólo las modificaciones originadas por las actividades humanas son sometidas a evaluación por parte del Estado mexicano. En este sentido, la evaluación del impacto

ambiental (EIA) es un instrumento de la política ambiental dirigido al análisis detallado de diversos proyectos de desarrollo y del sitio donde se pretenden realizar, con el propósito de identificar y cuantificar los impactos que su ejecución puede ocasionar al ambiente. Con esta evaluación es posible establecer la factibilidad ambiental de cualquier proyecto (mediante el análisis costo-beneficio ambiental) y determinar, en caso de que se requiera, las condiciones para su ejecución, así como las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, a fin de evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente y la salud humana.

El procedimiento de evaluación del impacto ambiental se inició en México en 1988 con la publicación en el Diario Oficial de la Federación de la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental. En el reglamento se establecieron tres modalidades para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental: general, intermedia y específica. Asimismo, se determinó qué tipo de proyectos deberían ser sometidos al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, junto con la forma precisa en que debería presentarse la información contenida en ellos. El 30 de mayo de 2000 fueron publicadas las modificaciones al Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (DOF, 2012), mismas que entraron en vigor el 29 de junio del mismo año. Entre las reformas más importantes se encuentran la redefinición de las obras y actividades sujetas al procedimiento de evaluación de impacto ambiental de competencia federal, las cuales se clasifican por tipo de actividad, industria o por los recursos naturales que puedan afectarse. En este sentido, se determinó que los estados y municipios son responsables de la evaluación de impacto ambiental de todas aquellas obras y actividades que no se encuentren en el listado de competencia federal. Otras de las reformas importantes fue el cambio de las modalidades general, intermedia y específica, por las de regional y particular.

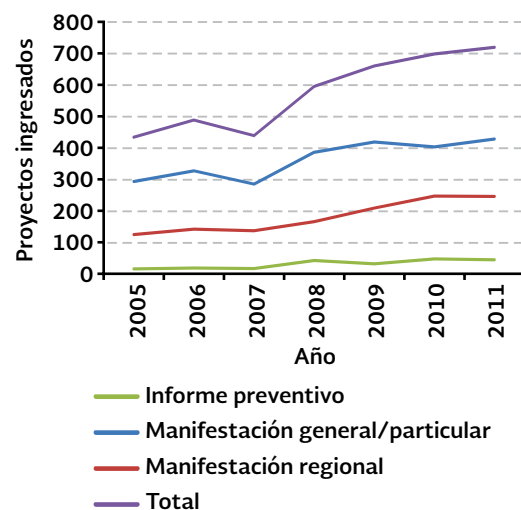
En términos generales, las manifestaciones de impacto ambiental deben presentarse

en la modalidad regional cuando se trata de proyectos que incluyen parques industriales, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras, vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas. También requieren esta modalidad de evaluación las obras que se pretendan desarrollar en zonas donde exista un programa de ordenamiento ecológico y en sitios donde se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular. Es importante señalar que si el proyecto contempla actividades consideradas como altamente riesgosas, el estudio ambiental deberá acompañarse de un estudio de riesgo para su correspondiente evaluación y dictamen.

Para someter un proyecto a este procedimiento y obtener su autorización, el promovente deberá entregar a la Semarnat un Informe Preventivo o una Manifestación de Impacto

Proyectos ingresados bajo el procedimiento de evaluación de impacto ambiental por tipo de estudio, 2005 - 2011

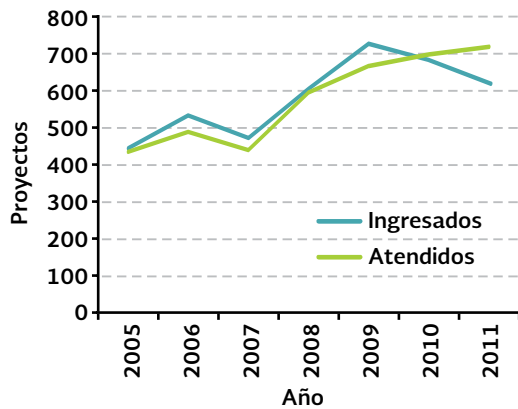
Figura 2.44



Fuente:
Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, Semarnat.
México, 2011.

Proyectos ingresados y atendidos bajo el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, 2005 - 2011¹

Figura 2.45



Nota:

¹ Los años en los que se atienden más proyectos que los que ingresan se debe a que incluyen los rezagos de años anteriores. El hecho de que un proyecto sea reportado como atendido no implica que haya sido autorizado.

Fuente:

Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, Semarnat. México. Febrero 2012.

Ambiental en la modalidad que corresponda de acuerdo al Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA). En la Figura 2.44 se muestran el número de proyectos ingresados para la evaluación de impacto ambiental en cada modalidad en el periodo 2005-2011 ([Cuadro D4_IMPACTO00_02](#)).

Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Semarnat emite la resolución correspondiente en la que puede negar o aprobar la autorización para la ejecución del proyecto. En caso de aprobación, ésta puede darse en los términos solicitados o si se considera necesario, señalando las condiciones o medidas adicionales de prevención o mitigación que se deberán cumplir.

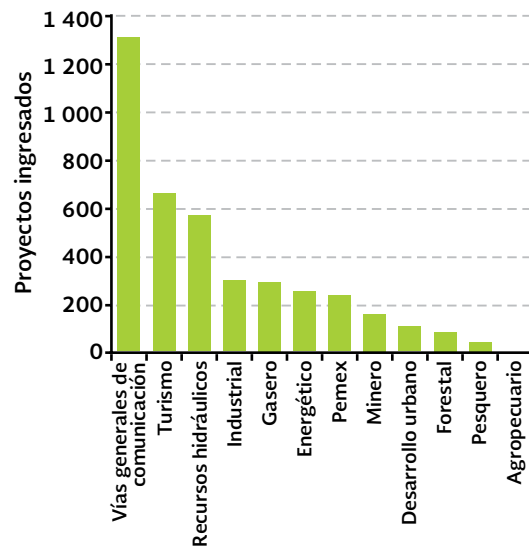
Se puede negar una autorización solicitada en aquellos casos en los que no se cumplan las leyes aplicables, cuando por la realización del proyecto se amenace o se ponga en peligro de extinción una o más especies o cuando exista falsedad en la información proporcionada por el promovente.

En el periodo 2005-2011, la Semarnat recibió 4 072 proyectos (582 en promedio por año) y atendió 4 033 evaluaciones ([Figura 2.45; Cuadro D4_IMPACTO00_02](#)). La mayoría de los proyectos ingresados correspondieron a obras y actividades de servicios de los sectores de vías generales de comunicación (1 314 proyectos), turismo (665), recursos hidráulicos (575), industrial (305) y gasero (297; [Figura 2.46; Cuadro D4_IMPACTO00_03](#)).

Los estados que en el periodo 2005-2011 ingresaron el mayor número de proyectos al procedimiento de impacto ambiental fueron Quintana Roo (432), Guerrero (387) y México (278); en contraste, Zacatecas (19), Morelos (22), Aguascalientes (23) y el Distrito Federal (27) fueron las entidades que tuvieron menor demanda de evaluación de proyectos ([Mapa 2.27; Cuadro D4_IMPACTO00_01](#)). El total de proyectos atendidos, por entidad federativa, se muestra en el [Mapa 2.28](#).

Proyectos de impacto ambiental ingresados por tipo de obra o actividad, 2005 - 2011

Figura 2.46

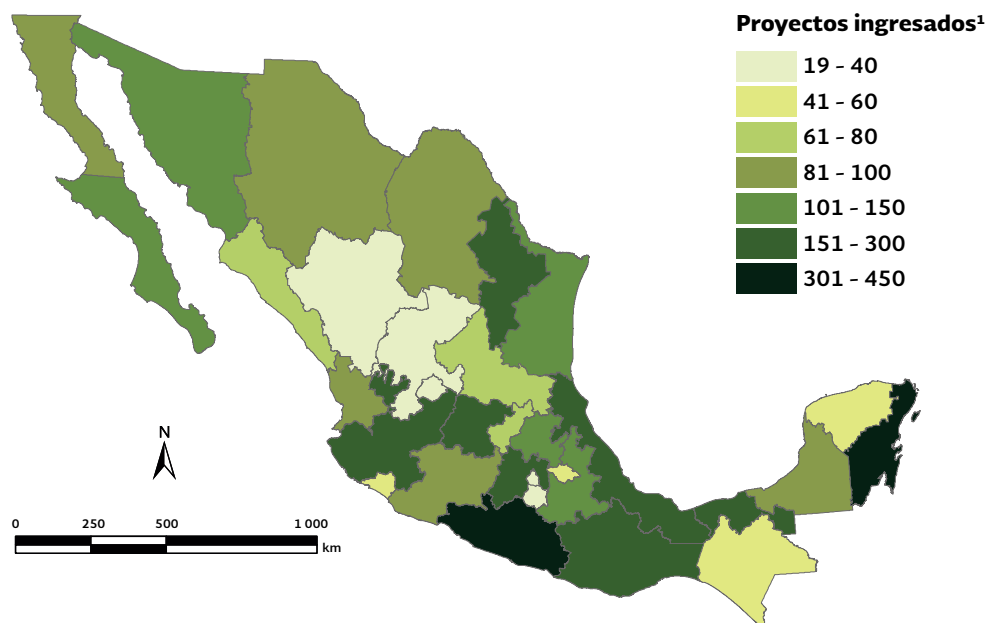


Fuente:

Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Semarnat. México. Febrero 2012.

Proyectos ingresados bajo el procedimiento de evaluación de impacto ambiental por entidad federativa, 2005 - 2011

Mapa 2.27



Nota:

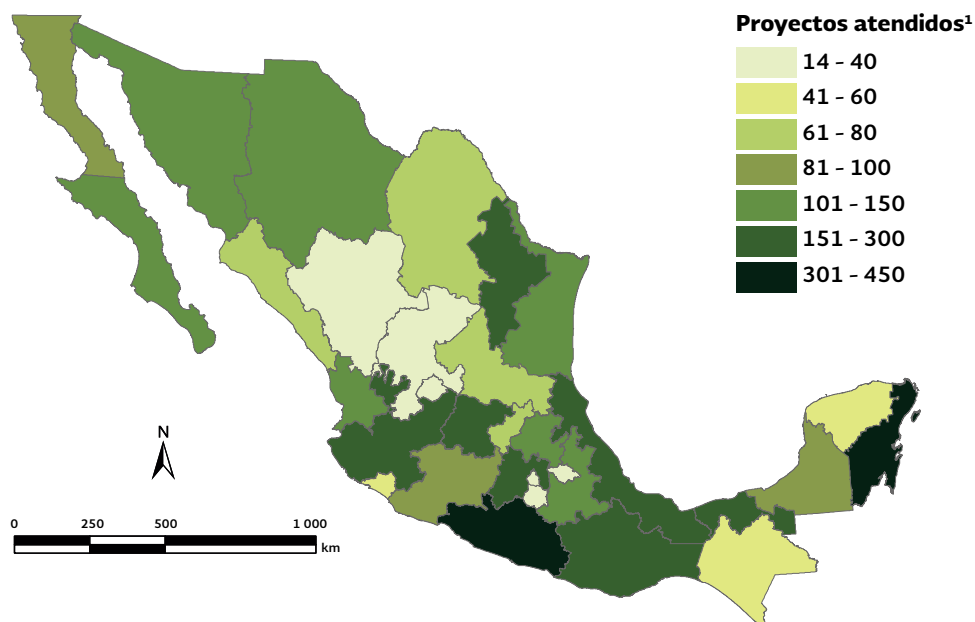
¹ Los datos presentados no incluyen los proyectos atendidos en las Delegaciones Federales de la Semarnat.

Fuente:

Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, Semarnat. México. 2012.

Proyectos atendidos bajo el procedimiento de evaluación de impacto ambiental por entidad federativa, 2005 - 2011

Mapa 2.28



Nota:

¹ Los datos presentados no incluyen los proyectos atendidos en las Delegaciones Federales de la Semarnat.

Fuente:

Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, Semarnat. México. 2012.

REFERENCIAS

Bezaury-Creel J. E., J. F. Torres, L. M. Ochoa-Ochoa, M. Castro-Campos y N. Moreno. *Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Estatales y del Distrito Federal de México, 2009*. Catálogo de metadatos geográficos. Conabio. México. 2009a.

Bezaury-Creel J. E., J. F. Torres, L. M. Ochoa-Ochoa, M. Castro-Campos y N. Moreno. *Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Municipales de México, 2009*. Catálogo de metadatos geográficos. Conabio. México. 2009b.

Castillo, M., P. Pedernera y E. Peña. Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA*. XIX (3 y 4). 2003.

Cemda-Cespedes. *Deforestación en México: causas económicas incidencias en el comercio internacional en la Deforestación*. Cemda. México. 2002.

Challenger, A. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. México. 1998.

Conabio-IB UNAM-Sierra Madre. México. 1998.

Conabio. *La diversidad biológica de México: estudio de país*. México. 1998.

Conafor. *Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009*. México. 2011.

Cotecoca. *Monografías de Coeficientes de Agostadero, años 1972-1981*. México. 2004.

Dale, V. H., L. A. Joyce, S. McNulty, R. P. Neilson, M. P. Ayres, M. D. Flannigan, P. J. Hanson, L. C. Irland, A. E. Lugo, C. J. Peterson, D. Simberloff, F. J. Swanson, B. J. Stocks y B. M. Wotton. *Climate change and forest disturbances. Bioscience* 51: 723-734. 2001.

Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial, Semarnat *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio*. México. 2012.

Disponible en: www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Paginas/OrdGenTerr.aspx. Fecha de consulta: mayo 2012.

DOF. *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico*. México. 2003. (08 de agosto).

DOF. *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental*. México. 2012. (26 de abril, última modificación).

FAO. *Global Forest Resources Assessment 2010*. FAO. 2010.

Groombridge, B. y M. D. Jenkins. *World Atlas of Biodiversity*. UNEP-WCMC. University of California Press. USA. 2002.

Haltenhoff, H. *Manual de efectos del fuego y evaluación de daños*. Proyecto FAO/TCP/GUA/2903. Guatemala. 2005

INE, Semarnat. Dirección General de Ordenamiento y Conservación de Ecosistemas. México. 2003.

INEGI. *Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie I (1968-1986), escala 1:250 000*. México. 1993.

INEGI. *Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie II (Reestructurada) (1993), escala 1:250 000*. México. 2004.

INEGI. *Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie III (2002), escala 1:250 000 (Continuo Nacional)*. México. 2005.

INEGI. *Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV (2007), escala 1:250 000*. México. 2011.

IPCC. *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change, New York. 2007.

- Lambin, E. F., X. Baulies, N. Bockstael, G. Fischer, T. Krug, R. Leemans, E. F. Moran, R. R. Rindfuss, Y. Sato, D. Skole, B.L. Turner II y C. Vogel. *Land use and land cover change implementation strategy*. IGBP report 48 IHDP report 10. Estocolmo, Suecia. 1999.
- López-Portillo, J., J. M. Keyes, A. González, E. Cabrera y O. Sánchez. Los incendios de Quintana Roo: ¿Catástrofe ecológica o evento periódico? *Ciencia y Desarrollo* 16: 43-57. 1990.
- Matthews, E., R. Payne, M. Rohweder y S. Murray. *Pilot Analysis of Global Ecosystems. Forest Ecosystems*. WRI. Washington, D.C. 2000. Disponible en: www.wri.org/publication/pilot-analysis-global-ecosystems-forest-ecosystems.
- Page, S. E., F. Siegert, J. O. Rieley, H. D. V. Boehm, A. Limin y S. Limin. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 420: 61-65. 2002.
- PNUMA. *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial 2002 GEO-3*. España. 2002.
- Presidencia de la República. *Los Objetivos de Desarrollo del Milenio en México. Informe de Avances 2010*. México. 2011.
- Reid, W. V., H. A. Money, A. Cropper, D. Capistrano, S. R. Carpenter, K. Chopra, P. Dasgupta, T. Dietz, A. K. Duraiappah, R. Hassan, R. Karperson, R. Leemans, R. M. May, T. A. J. McMichael, P. Pingali, C. Samper, R. Scholes, R. T. Watson, A. H. Zakri, Z. Shidong, N. J. Ash, E. Bennett, P. Kummar, M. J. Lee, C. Raudsepp-Hearne, H. Simons, J. Thonell y M. B. Zurek. *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio: Informe de Síntesis*. 2004.
- Ritters, K., J. Wickham, R. O'Neill, B. Jones y E. Smith. Global scale patterns of forest fragmentation. *Conservation Biology* 4: 3-13. 2000.
- Sánchez-Colón, S., A. Flores Martínez, I. A. Cruz-Leyva y A. Velázquez. Estado y transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas. En: Conabio. *Capital Natural de México, Volumen II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 2008.
- SARH. *Inventario Nacional Forestal Periódico 1992-1994*. México. 1994.
- SCBD. *The Value of Forest Ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity*. CBD Technical Series No. 4. Montreal, Canada. 2001a.
- SCBD. *Sustainable management of non-timber forest resources*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. CBD Technical Series no. 6. Montreal, Canada. 2001b.
- SCBD. *Impacts of human-caused fires on biodiversity and ecosystem functioning, and their causes in tropical, temperate and boreal forest biomes*. CBD Technical Series no. 5. Montreal, Canadá. 2001c.
- Semarnat. *Inventario Forestal Nacional 2000*. México. 2001.
- Semarnat. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2005. Compendio de Estadísticas Ambientales*. México. 2005.
- Semarnat. *La Gestión Ambiental en México*. México. 2006.
- Semarnat. *Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico*. México. 2006.
- Semarnat y CP. *Evaluación de la Degradación del Suelo Causada por el Hombre en la República Mexicana, a escala 1: 250 000*. Memoria Nacional 2001-2002. México. 2003.
- UNEP. *Keeping Track of Our Changing Environment: From Rio to Rio+20 (1992-2012)*. UNEP. Nairobi. 2011.
- Velázquez, A., J. F. Mas, G. Bocco, y E. Ezcurra. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *INE-Gaceta Ecológica* 62: 21-37. 2002.

