

Capítulo 2. 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. Ésta queda manifiesta en la gran diversidad de comunidades vegetales que pueden encontrarse en su territorio continental e insular, y que van desde las propias de zonas alpinas, hasta aquéllas de dunas costeras y humedales, pasando por matorrales xerófilos, bosques templados, selvas húmedas, 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: han provisto de multitud de bienes, como alimentos (carne, frutos, verduras y condimentos), madera para construcción, leña, papel y fibras para telas, entre muchos otros. Además deben mencionarse los servicios ambientales que proveen, como son los de la purificación del aire y el agua, la generación y conservación de los suelos, la descomposición de los desechos, el reciclaje y movimiento de nutrientes, la protección de las costas ante la erosión del oleaje, la estabilización parcial del clima y el amortiguamiento de los climas extremos y sus impactos, por citar sólo los más importantes.

Sin embargo, el enorme 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. Enormes superficies de ecosistemas fueron degradadas o transformadas en zonas de cultivos y potreros, o bien, abiertas para el establecimiento y desarrollo de poblados, ciudades y de infraestructura de caminos, eléctrica y de almacenamiento de agua. Se calcula que la magnitud de esta transformación podría alcanzar entre 33 y 50% de la superficie terrestre mundial (Vitousek et al., 1997).

México no ha sido la excepción en este proceso de degradación y pérdida de ecosistemas terrestres. Una importante proporción de su superficie se ha transformado en campos agrícolas, pastizales y zonas urbanas y rurales. De algunos ecosistemas que anteriormente cubrieron amplias zonas del territorio, hoy quedan reducidos remanentes en condiciones primarias y amplias superficies degradadas. Este capítulo hace una descripción del estado actual de los ecosistemas terrestres nacionales, con particular énfasis en los procesos y factores que han promovido su transformación en las décadas recientes. Se ha incluido también una sección con los aspectos relativos a su uso, principalmente en lo que a la explotación de productos forestales maderables y no maderables se refiere. El capítulo finaliza con una sección que trata sobre las respuestas gubernamentales encaminadas hacia la conservación de la cubierta vegetal remanente, así como aquéllas dirigidas hacia la recuperación y el uso sustentable de los recursos naturales que se encuentran en los ecosistemas terrestres nacionales.

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 conoce como “uso del suelo”. La evaluación más reciente de los usos del suelo en México es la Carta de uso del suelo y vegetación Serie

III, a escala 1:250 000, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y que describe la vegetación en el año 2002. La Serie IV, que incluirá información sobre el uso del suelo y la vegetación en el 2007 (en escala 1:250 000), estará disponible durante el año 2009. Dado el número de tipos de vegetación y usos de suelo presentes en esta carta, su agregación con fines

de análisis resulta indispensable. En la Tabla 2.1 se muestra esta agregación, junto con sus respectivas superficies en el país y las extraídas de otras cartas de uso del suelo anteriores para los años de 1976¹ y 1993 y la de la vegetación potencial. Mayores detalles acerca de las características de algunos tipos de vegetación natural pueden consultarse en el Recuadro *La vegetación de México*.

Tabla 2.1		Uso de suelo y vegetación en México: vegetación potencial, 1976, 1993 y 2002			
Formación vegetal	Tipo de vegetación	Potencial	Superficie (ha)		
			Año		
			1976	1993	2002
Bosque mesófilo de montaña	Bosque mesófilo de montaña	3 088 256	1 838 523	1 813 946	1 825 205
Bosque templado	Bosque de ayarín	37 863	25 739	40 045	40 008
	Bosque de cedro	868	2 501	2 521	2 314
	Bosque de encino	16 544 438	10 926 831	11 394 691	11 242 271
	Bosque de encino-pino	5 644 967	4 026 438	4 322 085	4 306 491
	Bosque de oyamel	402 462	164 848	147 520	142 269
	Bosque de pino	10 310 430	7 575 650	7 538 064	7 453 237
	Bosque de pino-encino	10 634 315	8 808 362	8 939 085	8 809 048
	Bosque de táscate	378 835	343 836	326 416	333 895
	Matorral de coníferas	1 445	70	911	975
	Bosque bajo abierto	-	1 349 348	-	-
Selva húmeda	Selva alta perennifolia	9 833 140	4 582 495	3 830 625	3 440 928
	Selva alta subperennifolia	100 035	149 132	176 189	160 883
	Selva baja perennifolia	78 306	61 535	55 980	46 774
	Selva baja subperennifolia	1 432 078	1 408 285	5 847 411	11 456
	Selva mediana subperennifolia	7 811 775	6 480 234	-	5 805 224
	Selva mediana perennifolia	-	1 528	1 098	636

¹Aunque la Carta de uso del suelo y vegetación Serie I hace referencia al año 1976, se empleó para su elaboración información de prácticamente toda la década de los años setenta.

Tabla 2.1

Uso de suelo y vegetación en México: vegetación potencial, 1976, 1993 y 2002 (continúa)

Formación vegetal	Tipo de vegetación	Superficie (ha)			
		Potencial	Año		
			1976	1993	2002
Selva subhúmeda	Matorral subtropical	3 787 854	2 825 997	1 355 489	1 349 324
	Selva baja caducifolia	20 540 764	16 412 025	15 465 672	14 506 027
	Selva baja espinosa	4 292 140	895 190	-	749 295
	Selva baja subcaducifolia	49 666	69 949	74 511	70 770
	Selva mediana caducifolia	975 425	120 931	1 108 817	1 109 638
	Selva mediana subcaducifolia	6 224 708	4 765 127	4 609 236	4 661 031
	Selva baja espinosa caducifolia	-	-	705 012	-
	Selva baja espinosa subperennifolia	-	-	1 034 448	1 024 229
Manglar	Manglar	1 450 899	1 045 328	914 610	924 806
Matorral xerófilo	Matorral crasicaule	2 170 405	2 233 169	1 589 640	1 560 151
	Matorral desértico micrófilo	22 852 473	22 810 128	22 024 843	21 575 964
	Matorral desértico rosetófilo	10 666 689	10 604 170	10 647 796	10 559 438
	Matorral espinoso tamaulipeco	5 152 485	4 248 913	3 456 304	3 413 721
	Matorral rosetófilo costero	561 387	482 348	490 115	475 066
	Matorral sarcocaulé	5 681 886	6 362 147	5 425 573	5 313 642
	Matorral sarcocrasicaule	2 493 412	1 138 456	2 373 235	2 321 649
	Matorral sarcocrasicaule de neblina	758 616	537 246	580 515	568 972
	Matorral submontano	3 375 389	3 127 365	2 817 715	2 826 820
	Vegetación de desiertos arenosos	2 207 778	2 274 278	2 172 960	2 167 072
	Huizachal	-	56 602	-	-
Otra vegetación hidrófila	Vegetación de galería	189 465	217 923	175 515	138 031
	Vegetación subacuática	1 540 618	-	-	-
	Popal	-	94 379	157 855	131 665
	Tular	-	1 057 879	894 416	935 761
	Bosque de galería	-	36 182	24 980	21 488
	Selva de galería	-	3 348	2 782	4 940
	Petén	-	-	44 708	45 005
	Vegetación halófila hidrófila	-	-	462 847	399 368

Tabla 2.1
Uso de suelo y vegetación en México: vegetación potencial, 1976, 1993 y 2002 (conclusión)

Formación vegetal	Tipo de vegetación	Superficie (ha)			
		Potencial	Año		
			1976	1993	2002
Pastizal natural	Pastizal natural	16 257 438	9 360 617	10 412 369	10 299 346
	Pradera de alta montaña	21 643	17 873	17 069	16 587
	Pastizal - huizachal	-	606 553	-	-
Vegetación halófila y gipsófila	Pastizal gipsófilo	72 938	69 195	42 306	45 318
	Pastizal halófilo	1 944 666	1 806 681	1 922 640	1 975 150
	Vegetación gipsófila	37 211	56 546	46 149	46 035
	Vegetación halófila	3 281 630	3 093 345	2 675 860	2 571 836
Otros tipos de vegetación	Area sin vegetación aparente	734 929	-	957 282	954 378
	Chaparral	2 205 736	3 147 347	2 141 152	2 097 199
	Mezquital	7 464 372	3 640 295	3 087 510	2 940 221
	Palmar	521	138 649	12 741	13 781
	Sabana	381 187	707 250	292 690	207 541
	Vegetación de dunas costeras	237 127	176 299	169 125	155 485
	Área desprovista de vegetación	-	-	6 031	14 263
	Palmar inducido	-	-	112 103	105 098
Pastizal inducido o cultivado	Pastizal cultivado	-	8 509 055	-	-
	Pastizal inducido	-	5 810 142	6 218 119	6 336 240
	Sabanoide	-	-	170 904	144 090
Plantación forestal	Bosque cultivado	-	30 622	290	-
	Bosque inducido	-	-	-	4 825
Zonas urbanas	Zona urbana	-	199 948	1 108 232	1 107 664
	Asentamiento humano	-	-	-	151 656
TOTAL		193 910 669	166 534 853	152 438 754	149 662 202

Fuentes:

Potencial: INEGI. *Carta de vegetación primaria potencial (escala 1:1 000 000)*. México. 2001.
 1976: INEGI. *Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie I (1968-1986), escala 1:250 000*. México. 1993.
 1993: INEGI. *Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie II (Reestructurada) (1993), escala 1:250 000*. México. 2004.
 2002: INEGI. *Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie III (2002), escala 1:250 000 (Continuo Nacional)*. México. 2005.

Recuadro

La vegetación de México

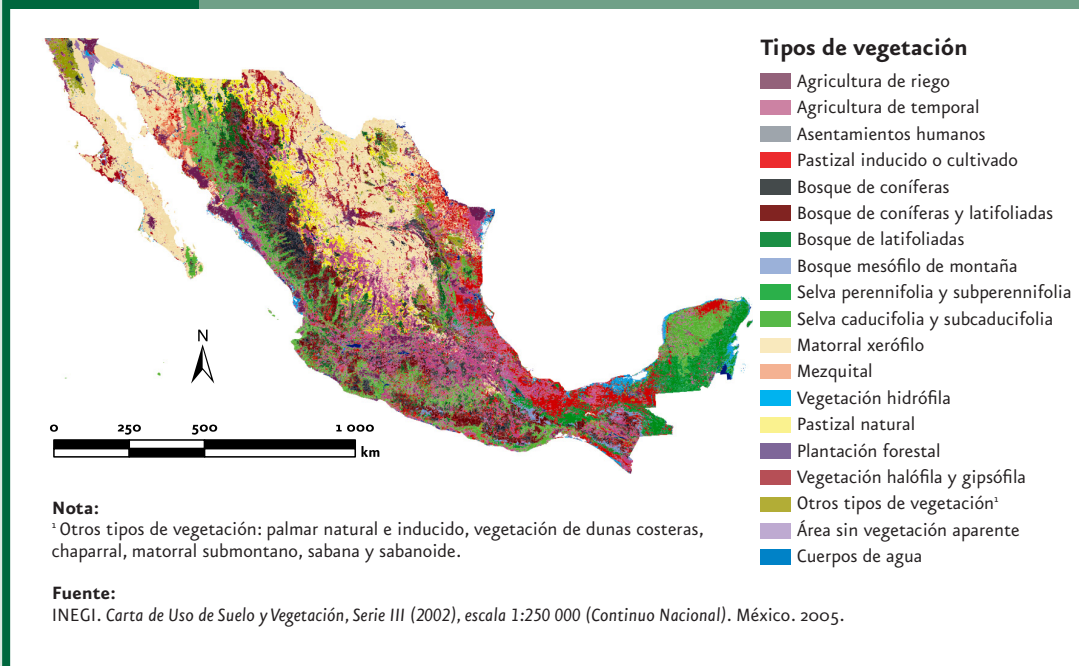
La vegetación de nuestro país es sumamente heterogénea. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) utiliza un sistema de clasificación jerárquica que considera en su nivel más alto a las formaciones vegetales, que son categorías caracterizadas principalmente por rasgos fisonómicos y ecológicos (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.). Los tipos más ampliamente distribuidos en el país son los siguientes (Mapa a):

Bosque de coníferas. Vegetación dominada por árboles perennifolios del grupo de las coníferas, entre ellas los pinos (*Pinus*) y oyameles (*Abies*), como los más ampliamente distribuidos, 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. Las coníferas, en especial los pinos, constituyen los árboles más intensamente explotados en el país con fines industriales. En algunos casos este tipo de vegetación se ve favorecida por el disturbio antropogénico (p. e., desmontes o incendios).

Bosque de encinos. Vegetación dominada por árboles de hoja ancha, principalmente

Mapa a

Vegetación y uso del suelo en México, 2002



encinos (*Quercus*), la mayoría caducifolios. Frecuentemente se les llama también bosques de latifoliadas. 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.

Bosque de coníferas y de latifoliadas (encinos). En algunas zonas 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.

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. Esta vegetación se desarrolla en altitudes donde se forman bancos de 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.

Selva perennifolia y subperennifolia.

Vegetación dominada 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 caducifolia y subcaducifolia.

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. Estas actividades la degradan fuertemente, por lo que puede ser uno de los ecosistemas tropicales más amenazados del mundo.

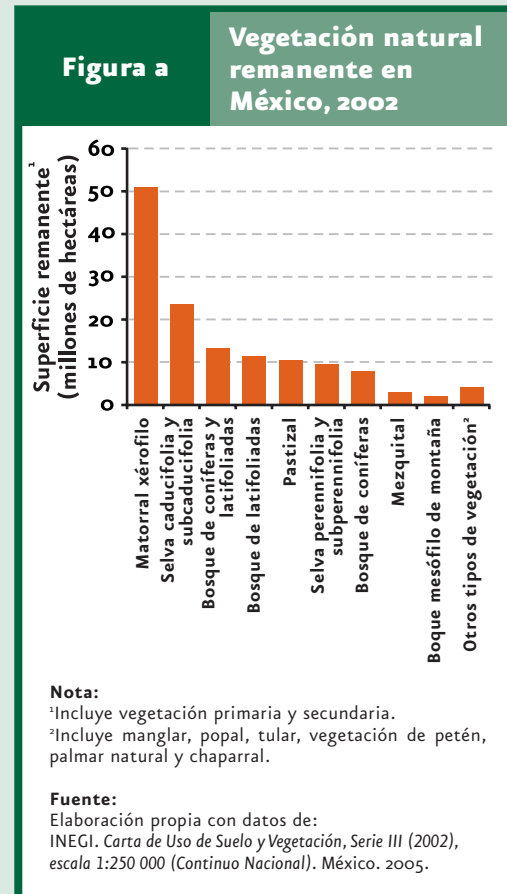
Mezquital. Vegetación dominada por árboles espinosos, principalmente mezquites (*Prosopis*). Se le encuentra en climas más bien áridos. Estos árboles permanecen verdes durante la temporada seca, ya que emplean las aguas subterráneas mediante sus largas raíces. Crecen en suelos profundos y planos, muy aptos para la agricultura, lo que ha resultado en una fuerte destrucción de su hábitat. Otros mezquitalos están sujetos a una fuerte presión ganadera.

Matorral xerófilo. En esta categoría están incluidos un conjunto diverso y extenso de tipos de vegetación (matorrales rosetófilos, sarcocaulales, crasicaulales, etc.). Está dominado por arbustos y es típico 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. Vegetación dominada por herbáceas, principalmente gramíneas (pastos, zacates o gramínoideas). Se le 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.

De la superficie remanente de estos tipos de vegetación en el año 2002, el matorral

xerófilo era el más abundante, y el mezquital y el bosque mesófilo de montaña algunos de los más escasos (Figura a).



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

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

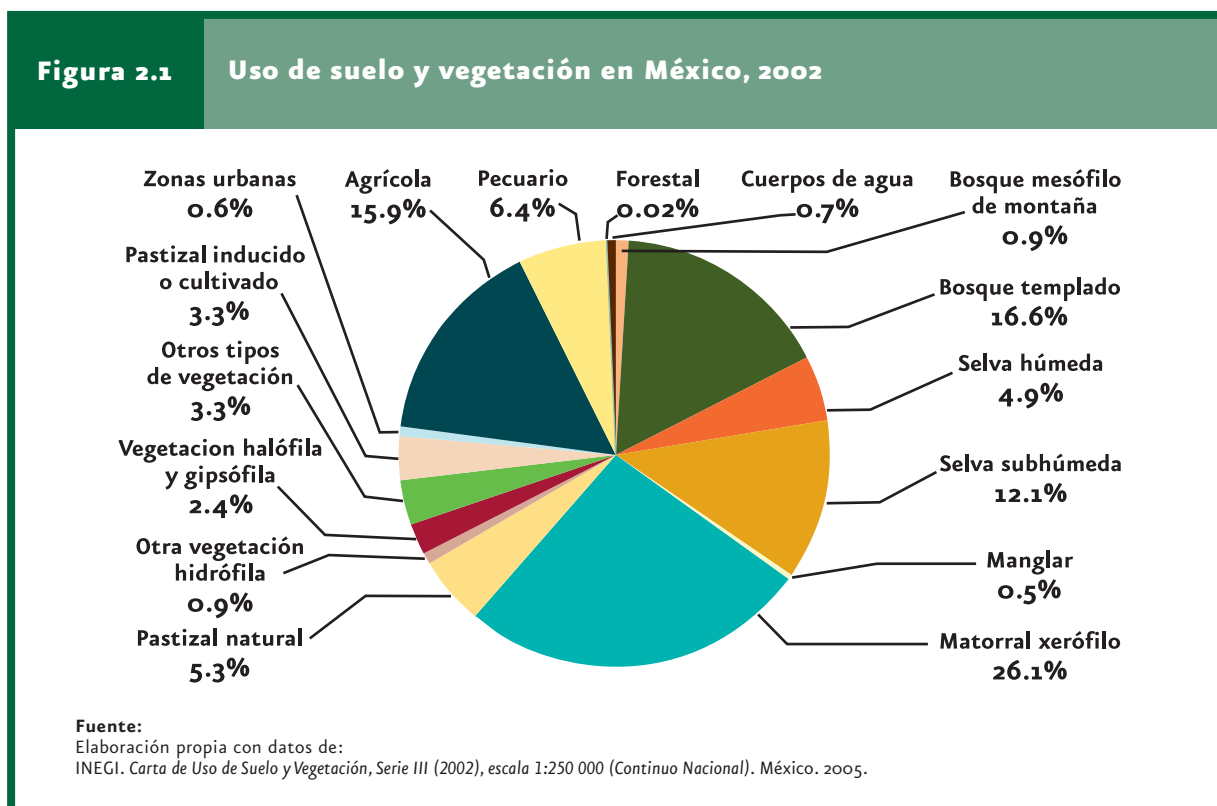
De acuerdo con esta carta, en el 2002, 72.6% del país estaba cubierto por comunidades naturales; el restante había sido convertido a terrenos agropecuarios, urbanos y otras cubiertas antrópicas (Figura 2.1). Sin embargo, la vegetación natural remanente no permanecía inalterada por el hombre: 48.6% del territorio (67.2% de la vegetación remanente) conservaba vegetación primaria (es decir, aquella que conserva la mayoría de las especies del ecosistema original, no presenta perturbación considerable y que es, en principio, la de mayor importancia por su biodiversidad y provisión de servicios ambientales), siendo las selvas, en general, la formación más afectada (sólo 35.4% de su superficie correspondía a

selva primaria; Mapas 2.1 y 2.2). A manera de comparación, en el mundo tan sólo 36% de los bosques² existentes son primarios (FAO, 2005).

En el año 2002, 72.6% del país estaba cubierto por comunidades naturales con distinto grado de conservación; la superficie restante ha sido convertida a terrenos agropecuarios, urbanos y otras cubiertas antrópicas.

De la superficie remanente con vegetación natural, los matorrales son la formación predominante (26.1% del territorio); de su superficie actual al menos 8.1% es secundaria, aunque ésta podría ser mayor puesto que muchas áreas están sujetas a la ganadería extensiva. Por su parte, los bosques y selvas

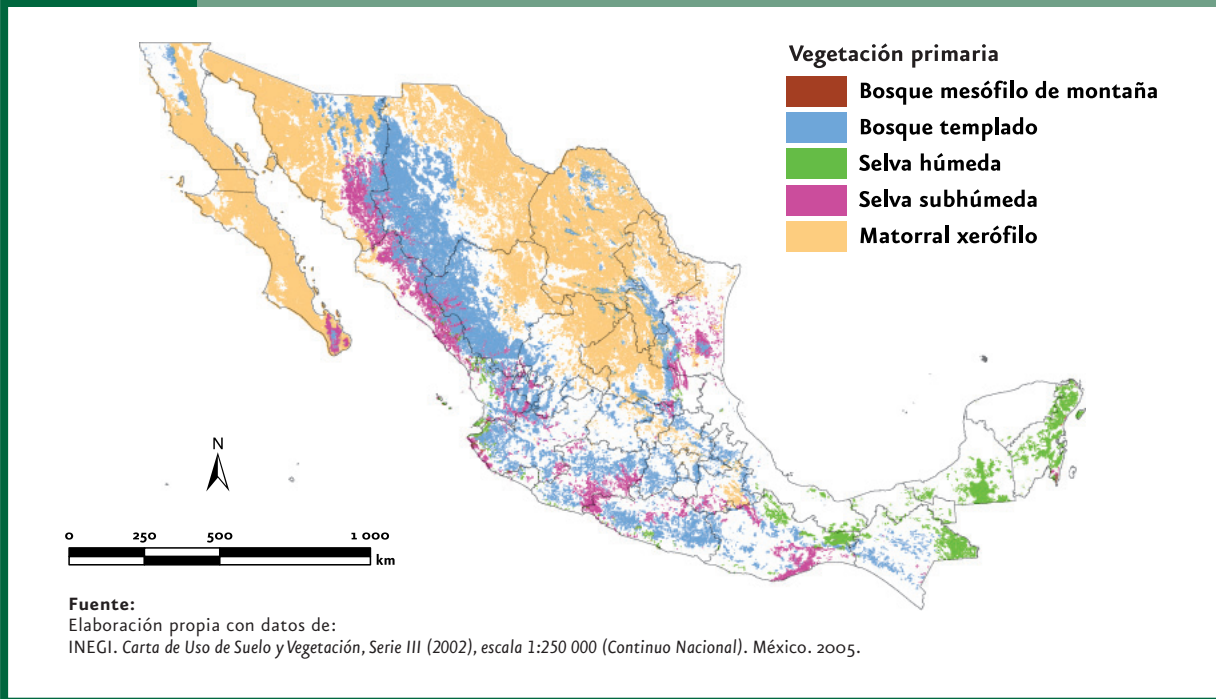
ocupan, en conjunto, 33.6% del territorio nacional, siendo la superficie cubierta por selvas primarias menor a la de los bosques primarios (11.7 y 22.1 millones de hectáreas, respectivamente; Figura 2.2).



²Para 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*. 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.

Mapa 2.1

Vegetación primaria en México, 2002



Mapa 2.2

Vegetación secundaria en México, 2002

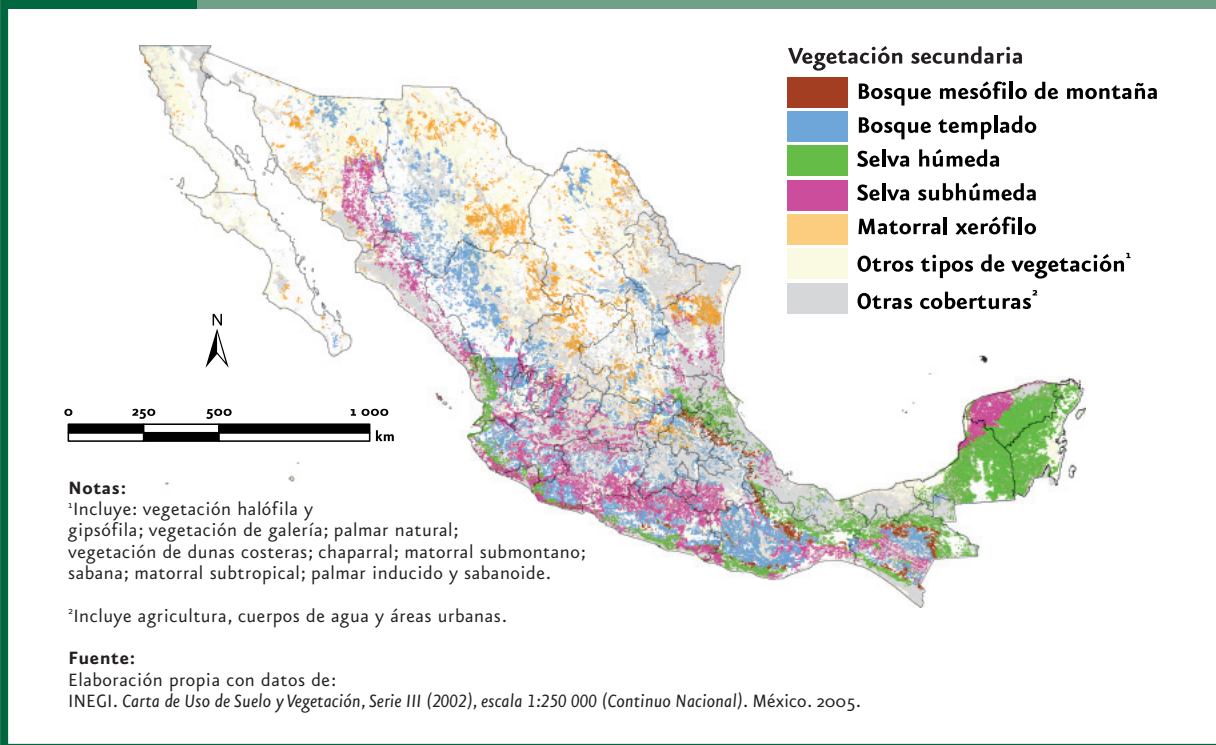
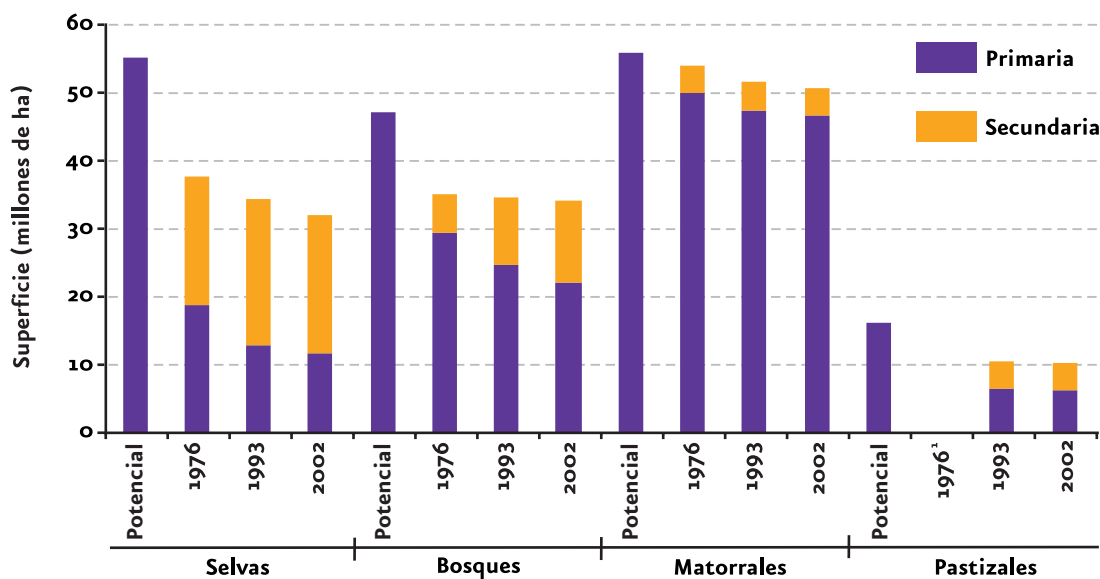


Figura 2.2

Vegetación primaria y secundaria por tipo de formación en México



Nota:

¹La superficie de pastizales no puede calcularse debido a la agregación que presenta este tipo de vegetación en su fuente original.

Fuente:

Elaboración propia con datos de:

Potencial: INEGI. *Carta de vegetación primaria potencial (escala 1: 1 000 000)*. México. 2001.

1976: INEGI. *Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie I (1968-1986)*, escala 1:250 000. México. 1993.

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

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

Los estados con mayor proporción de su superficie cubierta por vegetación natural (sin considerar su grado de conservación) fueron Baja California Sur (93.5%), Quintana Roo (92.7%), Coahuila (92%), Baja California (90.9%), Chihuahua (89.3%) y Sonora (87.7%), con más del 80% de su territorio. En contraste, en Tlaxcala (18.2%), Veracruz (19.8%), Distrito Federal (28%), Tabasco (29.3%), Morelos (34.6%) y México (34.8%), la vegetación natural cubre menos del 35% de su superficie (Mapa 2.3).

Los matorrales son la formación vegetal predominante en el país (26.1% del territorio), seguidos por los bosques y selvas que, en conjunto, ocupan 33.6%.

natural remanente de Baja California Sur (que cubre el 93.5% del estado) es primaria. Sin embargo, existen importantes excepciones a esta tendencia, es decir, estados con grandes

superficies de vegetación natural remanente en condición secundaria: Quintana Roo (que tiene tan sólo 33.8% de su vegetación remanente en forma primaria), Campeche (26.8%) y Yucatán (5.7%). Tlaxcala, por el contrario, tan sólo conserva 18.2% de su cubierta vegetal, pero de ella cerca del 63% se considera primaria.

En general, los estados que conservan una alta proporción de su cubierta natural lo hacen con un importante porcentaje de vegetación primaria (Figura 2.3). Por ejemplo, 97.3% de la vegetación

La conversión de los ecosistemas naturales a tierras productivas ha sido particularmente intensa en la costa del Golfo y el centro del país. Los estados que han transformado más

Mapa 2.3

Vegetación natural remanente por entidad federativa, 2002

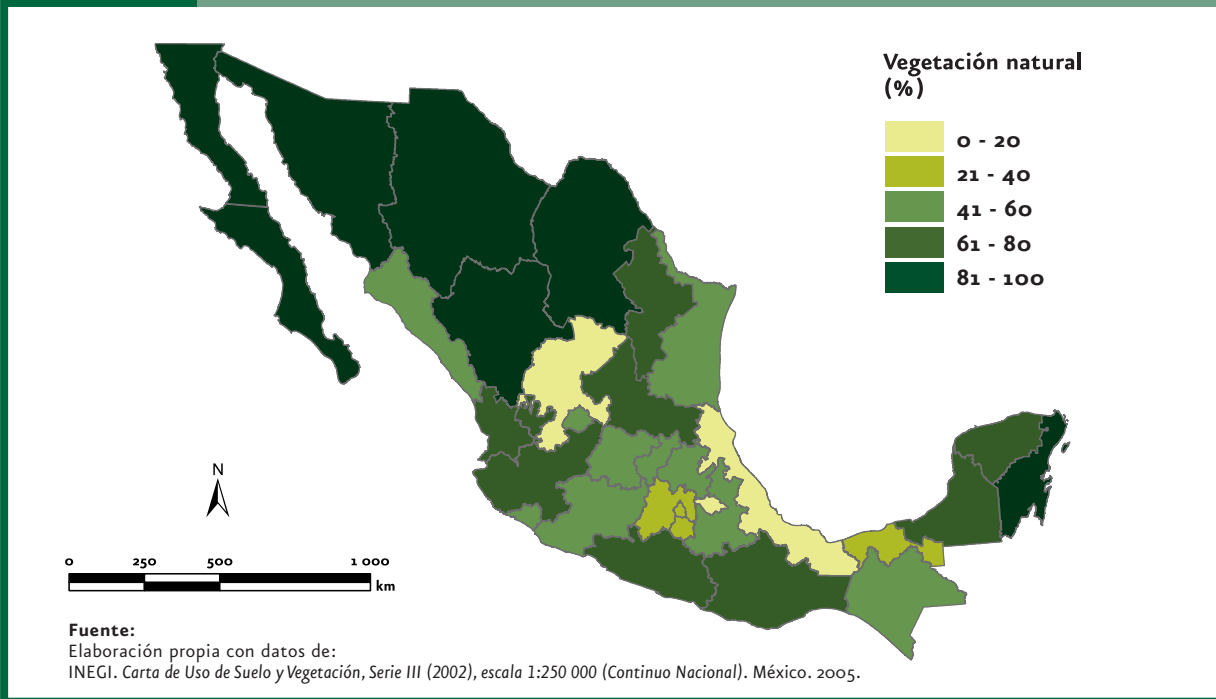
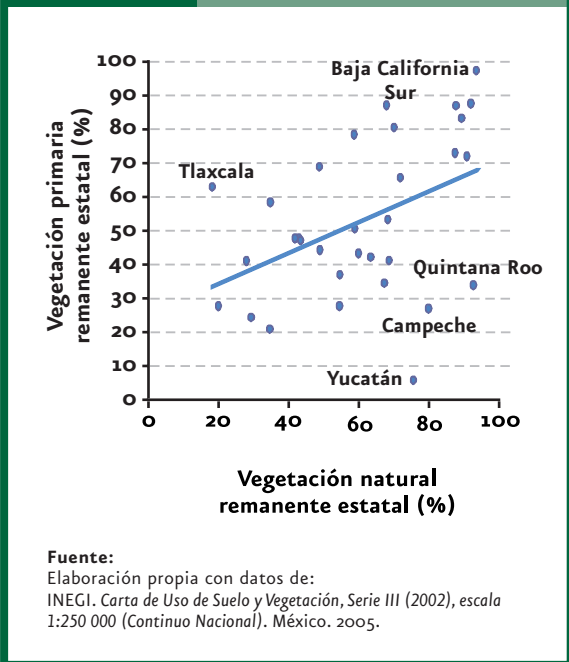


Figura 2.3

Relación entre la vegetación natural remanente estatal y su estado de conservación, 2002

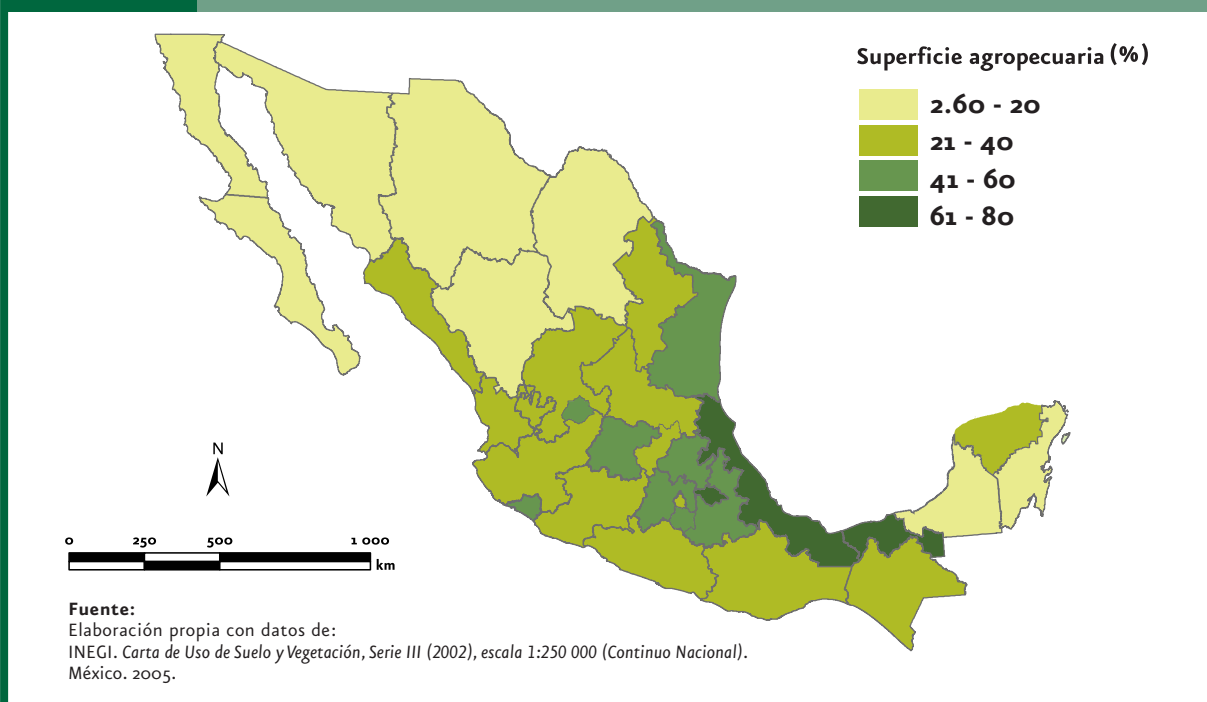


intensamente sus ecosistemas para dedicarlos a actividades agrícolas y pecuarias son Veracruz (75.5% de su superficie), Tlaxcala (74%) y Tabasco (64.6%; Mapa 2.4). Por el contrario, los estados con menores superficies agropecuarias son Baja California Sur (2.6%), Quintana Roo (5.3%), Coahuila (6.1%) y Baja California (6.4%).

Los estados que a la fecha han transformado más intensamente sus ecosistemas terrestres a terrenos agropecuarios son Veracruz, Tlaxcala y Tabasco.

CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO

En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas del mundo más rápida y extensamente que en ningún otro periodo de la historia (ver el Recuerdo de *La transformación y pérdida de los ecosistemas terrestres mundiales*). Estas rápidas y profundas transformaciones han impactado, con efectos sin precedentes, procesos ambientales locales, regionales y globales, acelerando la pérdida de la biodiversidad, reduciendo la disponibilidad

Mapa 2.4**Uso agropecuario por entidad federativa, 2002**

del agua, contaminando el aire y los suelos y emitiendo una gran cantidad de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera.

En México se han elaborado inventarios de la superficie bajo diferentes usos desde hace aproximadamente 40 años. Sin embargo, tales estudios no son directamente comparables debido a que utilizan diferentes fuentes de información (p. e. fotografías aéreas, imágenes satelitales, etc.) herramientas tecnológicas (p. e. mapas en papel, cartas digitales, sistemas de información geográfica, etc.) y clasificaciones diversas de los usos del suelo. No obstante, aunque las estimaciones cuantitativas no son tan precisas como sería deseable y deban 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 Serie I, Serie II y Serie III a escala 1:250 000, elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La

Serie I se basa en la interpretación de fotografías aéreas de los 70's, mientras que las Series II y III se crearon a partir de imágenes de satélite registradas en 1993 y 2002, 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 ocupaban el 28.8% del territorio, seguidos por las selvas (28.4%) y los bosques (24.3%; Figura 2.4). En los años setenta (según la Serie I), aún se mantenía el 75% de la superficie original de bosques, el 69% de la de selvas y 61% de los pastizales naturales originales (Figura 2.2). Para el 2002, según la Serie III, aún se conservaba cerca de 73% de la superficie original de bosques, 60% de las selvas, 91% de los matorrales y el 63% de los pastizales, lo que representa una pérdida neta de cerca de 222 mil kilómetros cuadrados de selvas, 129 mil de bosques, 51 mil de matorrales y cerca de 60 mil de

Recuadro

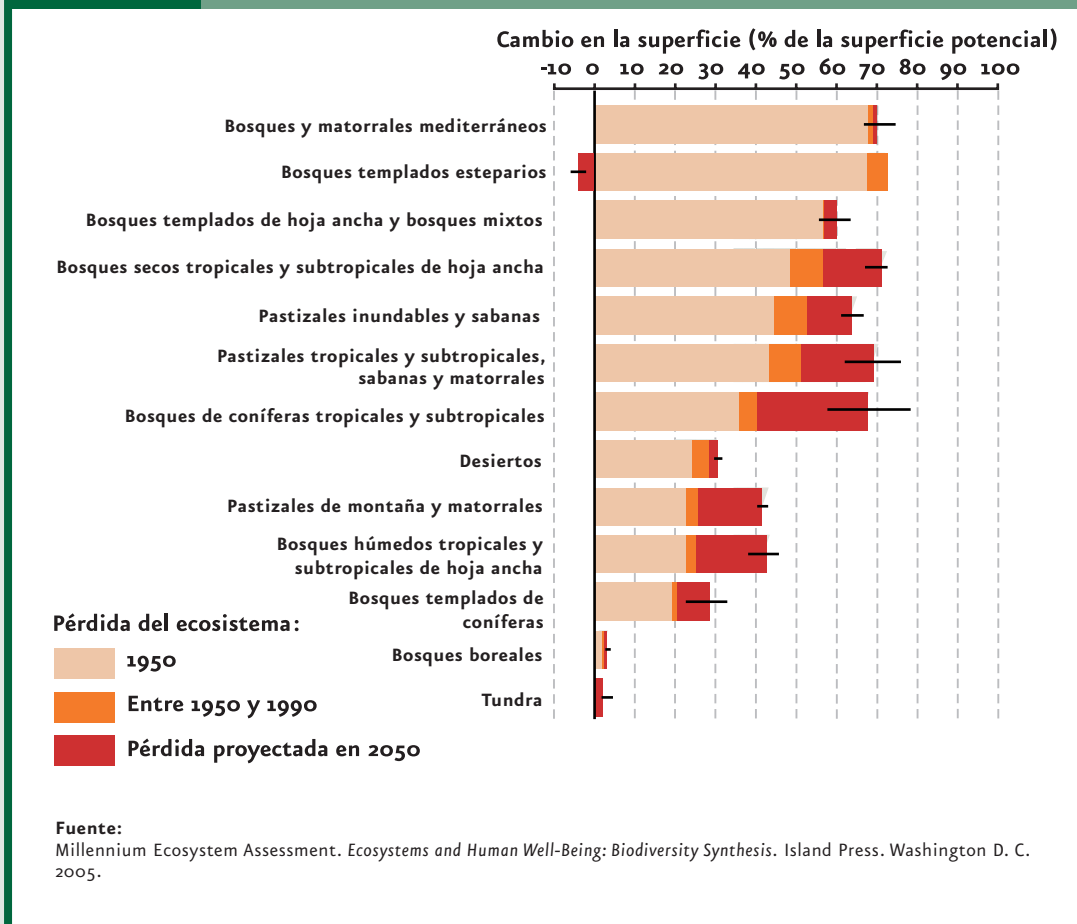
La transformación y pérdida de los ecosistemas terrestres mundiales

De acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005b), el hombre ha transformado los ecosistemas (tanto terrestres como dulceacuícolas y marinos) más rápida e intensivamente en los últimos 50 años que en ningún otro período comparable de la historia, con implicaciones en la capacidad de funcionar y proporcionar servicios ambientales actualmente y en el futuro.

Si se considera la superficie que pudieron ocupar los catorce principales biomas terrestres en el planeta que reconoce el MEA, en seis de ellos al menos el 50% de su superficie potencial ha sido transformada hacia otros usos hasta 1990, principalmente hacia la agricultura (Figura a). Particularmente graves han sido las transformaciones de las estepas y los bosques de las zonas templadas, cuya superficie global se redujo, hasta ese año, en

Figura a

Transformación de los principales ecosistemas terrestres en el mundo y proyecciones al 2050



cerca del 75% de su superficie potencial, así como la de los biomas mediterráneos y los bosques mixtos y latifoliados de las regiones templadas. En contraste, los biomas de las zonas muy frías han sido, quizá por su poca susceptibilidad a convertirse a la agricultura, los menos transformados, como son los casos del bosque boreal y la tundra.

En el caso de los bosques mundiales –templados y tropicales-, la superficie potencial se ha reducido en casi 50% durante los últimos tres siglos, habiendo desaparecido prácticamente en 25 países y en otros 29 reducido su extensión en más del 90%. Aun a pesar de los esfuerzos que muchas naciones han emprendido para conservar su cubierta forestal, el uso no sostenible de los bosques se refleja en la pérdida neta mundial, la cual según la FAO (2005) alcanza las 9.4 millones de hectáreas por año.

Los ecosistemas acuáticos continentales son los que más se han deteriorado hasta la fecha: por ejemplo, aun cuando no se tienen datos que lo soporten, se estima que la mitad de los humedales de agua dulce del mundo (excluyendo a los ríos, lagos y otros reservorios) se han perdido desde 1900, principalmente debido a la sobreexplotación del agua, a la construcción de infraestructura, al cambio de uso del suelo, a la sobreexplotación pesquera y a su eutrofización. Se calcula también que 60% de los principales ríos del mundo han sido fragmentados por presas y desvíos, lo que ha reducido de manera importante

su biodiversidad, resultado tanto de la inundación de hábitats, como al aislamiento y el bloqueo de rutas de migración de poblaciones animales (PNUMA, 2007).

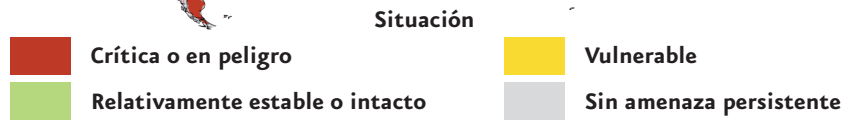
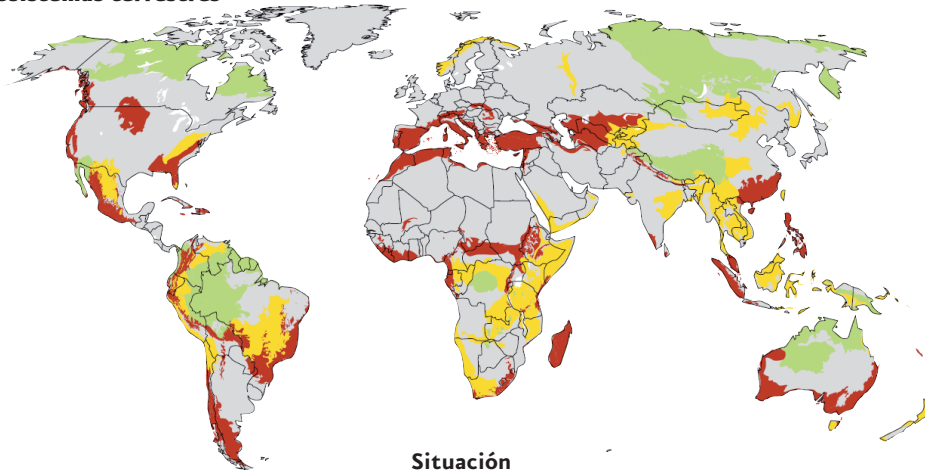
El grado de amenaza de los ecosistemas del mundo se muestra en el Mapa a (parte superior). Entre los más amenazados destacan los de países tan ricos y diversos como Madagascar, Indonesia, así como la Amazonía brasileña y la zona Mediterránea, mientras que gran parte de los ecosistemas de las zonas áridas y semiáridas de todos los continentes no muestran condiciones de amenaza persistente. En el caso de los ecosistemas costeros puede apreciarse que las zonas costeras con mayor grado de desarrollo y población muestran la condición más alterada –por ejemplo, la zona del Mediterráneo, la costa este de los Estados Unidos, las islas del Caribe y Japón-, mientras que las costas boreales, menos desarrolladas, presentan alteraciones significativamente menores (Mapa a, parte inferior).

El crecimiento de la superficie cultivada es el principal reflejo de la pérdida de los ecosistemas mundiales: se ha estimado que entre 1950 y 1980 se destinaron más tierras para cultivo –que antes fueron bosques y pastizales naturales-, que en el periodo que abarcó todo el siglo XVIII y la primera mitad del XIX. En la actualidad cerca de un cuarto (24%) de la superficie de las tierras del planeta se encuentra bajo cultivo (Mapa b), lo cual si bien ha ayudado a satisfacer necesidades alimenticias, también ha traído consigo costos ambientales y económicos significativos.

Mapa a

Situación actual de los ecosistemas terrestres y costeros

Ecosistemas terrestres



Ecosistemas marinos



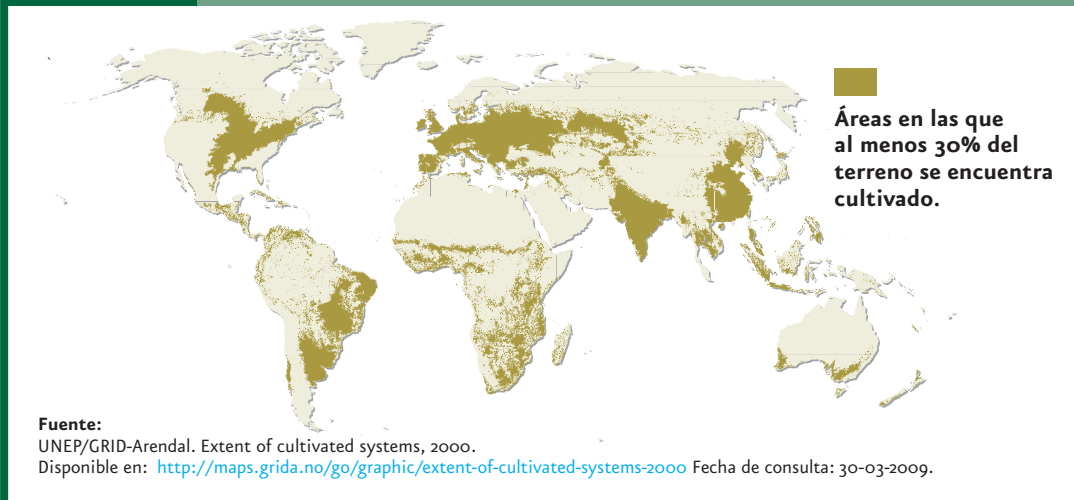
Fuentes:
 World Wildlife Fund. Global 200 Ecoregions. 2000. Disponible en: maps.grida.no/go/graphic/coastal-populations-and-shoreline-degradation Fecha de consulta 08-04-2009
 PNUMA. Global Environment Outlook 4: Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. Medio ambiente para el desarrollo. Dinamarca. 2007.

Recuadro

La transformación y pérdida de los ecosistemas terrestres mundiales (conclusión)

Mapa b

Superficie agrícola, 2000



El futuro de muchos ecosistemas no parece más alentador. Según las proyecciones del MEA (2005), algunos biomas habrán perdido una proporción muy significativa de su superficie potencial hacia el 2050, destacando los bosques de coníferas tropicales y subtropicales (cuya pérdida podría alcanzar en esa fecha el 80% de su superficie potencial), los bosques secos tropicales y subtropicales (alrededor del 75%) y las sabanas, matorrales y pastizales tropicales y subtropicales (80%), entre otros (Figura a). Por su parte, los pastizales y matorrales de montaña, así como los

bosques húmedos tropicales y subtropicales podrían perder entre 1990 y el 2050, según las proyecciones, casi la misma superficie que habrían perdido hasta 1950, lo que los reduciría a cerca del 50% de su área potencial.

Referencias:

MEA. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute. Washington, D.C. 2005.

PNUMA. *Global Environment Outlook 4: Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. Medio ambiente para el desarrollo*. Dinamarca. 2007.

pastizales. Aun cuando la mayor parte de estas transformaciones ocurrieron antes de los años 70, en las últimas décadas se registran aún pérdidas importantes (mayores a las 100 mil hectáreas anuales), particularmente en el caso de selvas y matorrales.

Hasta el año 2002, en el país se habían perdido 222 mil kilómetros cuadrados de selvas, 129 mil de bosques, 51 mil de matorrales y cerca de 60 mil de pastizales.

Si la transformación de los ecosistemas a otros usos del suelo considera el cambio en la vegetación primaria, las transformaciones son aún mayores. En los años 70, las selvas primarias ocupaban 34% de su probable extensión original, de los bosques

primarios se conservaba 62%, 89% de los matorrales y 45% de los pastizales. Ya en el año 2002 las selvas primarias alcanzaron tan sólo el 21% de su probable extensión original, los bosques primarios 47%, los matorrales primarios 83% y los pastizales el 39% (Figura 2.2).

En el periodo comprendido entre la década de los años 70 y 1993, cerca de 14 millones de hectáreas de bosques, selvas, matorrales y pastizales primarios fueron eliminados para dedicarlos a otros usos o alterados y reemplazados por comunidades secundarias, a un ritmo promedio de unas 823 mil hectáreas por año. Estas transformaciones afectaron particularmente a los bosques templados (unas 276 mil hectáreas por año) y las selvas (unas 341 mil hectáreas por año).

Entre los años setenta y el 2002, se perdieron, considerando sólo vegetación primaria, 14.4 millones de hectáreas de bosques y selvas y 3.2 millones de matorrales.

Más recientemente, aunque la transformación o alteración de la vegetación primaria ha disminuido, sigue siendo importante. De 1993 a 2002, un total de 4.6 millones de hectáreas (una superficie ligeramente mayor a la de Quintana Roo) previamente cubiertas por bosques, selvas, matorrales desérticos y pastizales primarios fueron dedicadas a otros usos o reemplazadas por comunidades secundarias, a un ritmo promedio de 515 mil hectáreas por año. En este periodo, los bosques primarios sufrieron las mayores afectaciones (2.6 millones de hectáreas en total), siendo eliminados o alterados a un ritmo de 293 mil hectáreas por año; la extensión total de selvas primarias afectadas en ese periodo fue de un millón 261 mil hectáreas, a un ritmo de casi 140 mil hectáreas por año (Figura 2.2).

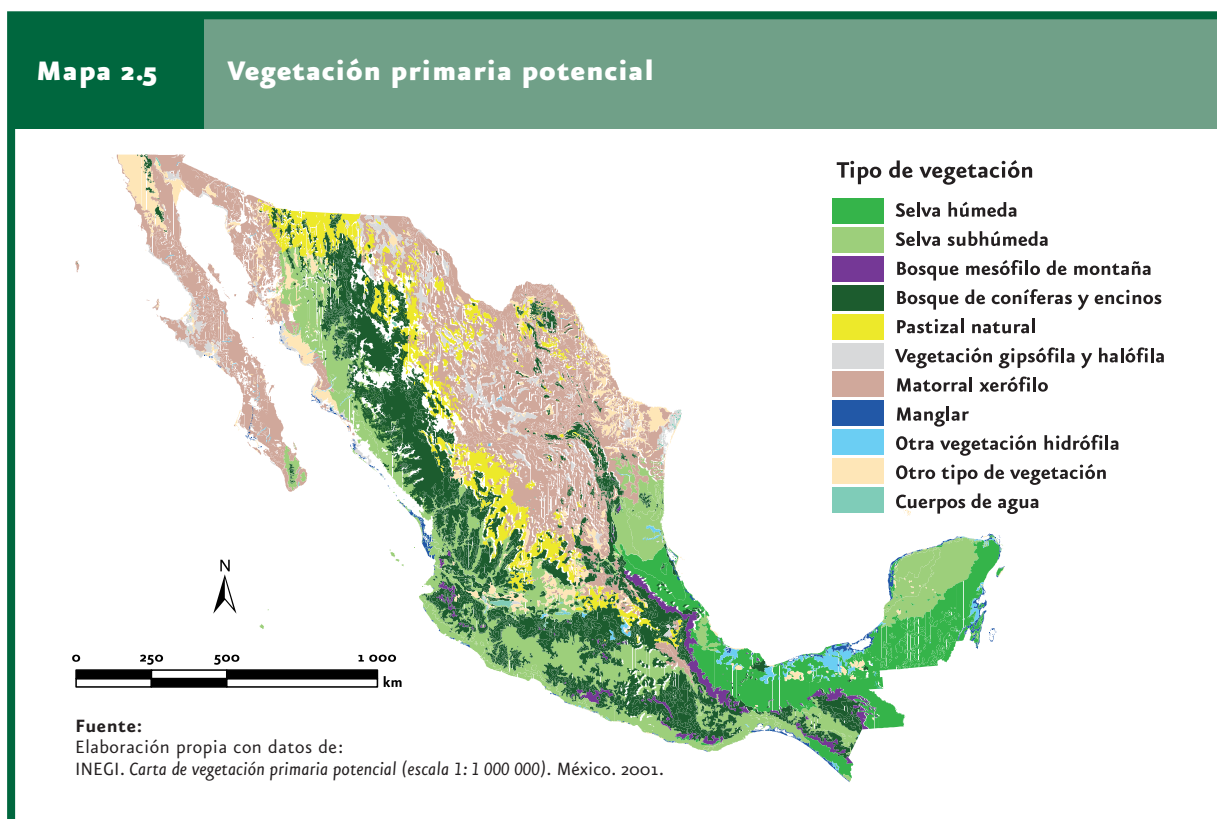
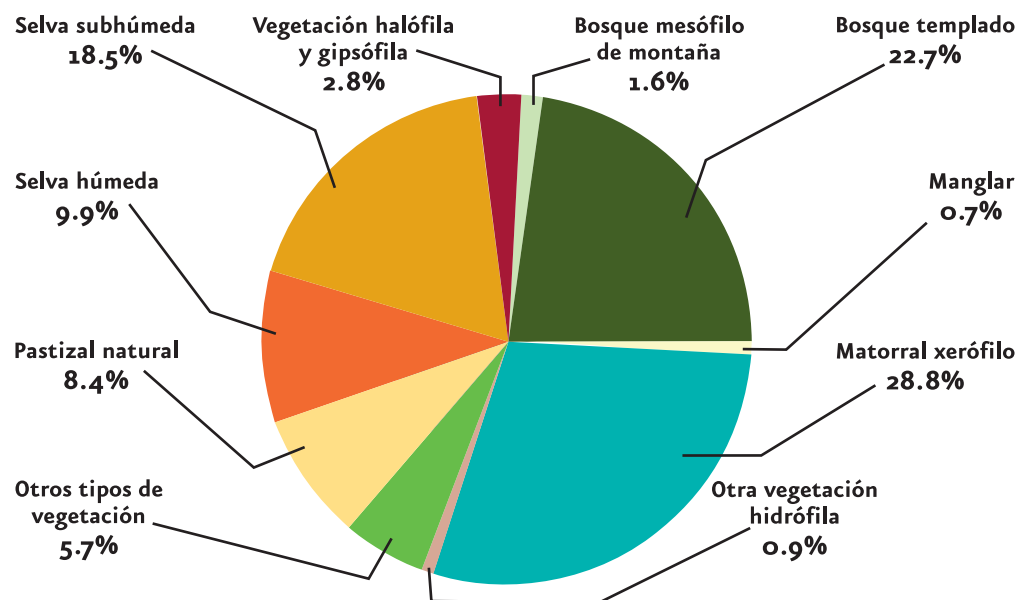


Figura 2.4**Vegetación primaria potencial en México**

Fuente:
Elaboración propia con datos de:
INEGI. *Carta de vegetación primaria potencial (escala 1: 1 000 000)*. México. 2001.

En general, las selvas han sido los ecosistemas terrestres del país que han sufrido las mayores transformaciones y afectaciones por las actividades humanas, tanto en la extensión que ha sido eliminada (poco más de 22 millones de hectáreas) y en la proporción que permanece de su extensión original (cerca del 60%), como en la extensión de la perturbación que han experimentado (sólo el 35% de las selvas actualmente existentes son primarias). Considerando la superficie neta perdida, le siguen los bosques, que han perdido poco menos de 13 millones de hectáreas y cuya extensión ahora tan sólo alcanza el 73% de su extensión original. Los matorrales desérticos redujeron su extensión de las aproximadamente 56 millones de hectáreas que pudieron ocupar originalmente a sólo 51 millones (incluyendo comunidades primarias y secundarias). Estas pérdidas son particularmente importantes si se considera que las selvas y los matorrales desérticos son los ecosistemas que

abrigan la mayor parte de la biodiversidad del país y, en particular, los matorrales desérticos concentran una gran cantidad de especies endémicas (ver el capítulo de *Biodiversidad*).

Además del desmonte o eliminación total de la cobertura vegetal silvestre de un terreno para dedicarlo a otros usos del suelo, otro proceso importante es la degradación de las comunidades naturales. De la década de los 1970's a 1993, la vegetación secundaria (considerando bosques, selvas, matorrales y pastizales) se incrementó en cerca de 8 millones de hectáreas, a un ritmo de 476 mil hectáreas por año. Los bosques templados secundarios se incrementaron en poco más de 4 millones de hectáreas, una extensión ligeramente menor a la perdida por los bosques primarios durante el mismo periodo. Aunque la extensión de selvas secundarias aumentó en cerca de 2.3 millones de hectáreas, se perdieron 5.8 millones

de hectáreas de selvas primarias, dando como resultado una pérdida neta global de 3.5 millones de hectáreas de selvas en ese periodo de 17 años. Más recientemente, en el periodo 1993 a 2002, la extensión de bosques templados secundarios aumentó en poca más de 2 millones de hectáreas, una superficie ligeramente menor a la perdida por los bosques primarios en el mismo periodo (2.6 millones de hectáreas). En contraste, las selvas tanto primarias como secundarias experimentaron una pérdida neta global de un 1.3 millones de hectáreas (Figura 2.2).

Por el contrario, los terrenos agropecuarios se han expandido continuamente a través de la historia. Hacia la década de los 70, los pastizales dedicados a la ganadería ocupaban ya una superficie de más de 14 millones de hectáreas, en tanto que los terrenos agrícolas ocupaban unos 26 millones de hectáreas. De la década de los 1970's a 1993, este tipo de coberturas antrópicas aumentaron su extensión en 6.5 millones de hectáreas hasta cubrir una superficie total de 46.8 millones de hectáreas en 1993, a un ritmo de 380 mil hectáreas anuales. De 1993 al 2002, los pastizales cultivados o inducidos aumentaron su superficie en unas 91 mil hectáreas y, en conjunto, las áreas dedicadas a la agricultura y a pastizales destinados al ganado se incrementaron en casi 3 millones de hectáreas hasta alcanzar una extensión total de 49.8 millones de hectáreas en 2002. 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

Los terrenos agropecuarios pasaron de 40 millones de hectáreas en la década de los años setenta a cerca de 50 millones en el año 2002.

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 2.5.

PROCESOS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

De los procesos que determinan el cambio en el uso del suelo algunos han recibido especial atención.

Tales son los casos de la deforestación -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 zonas subhúmedas). De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, los matorrales de las zonas áridas y semiáridas del país son también vegetación forestal, por lo que bien se podría aplicar también el término deforestación, aunque para diversos órganos internacionales la deforestación se restringe a zonas arboladas.

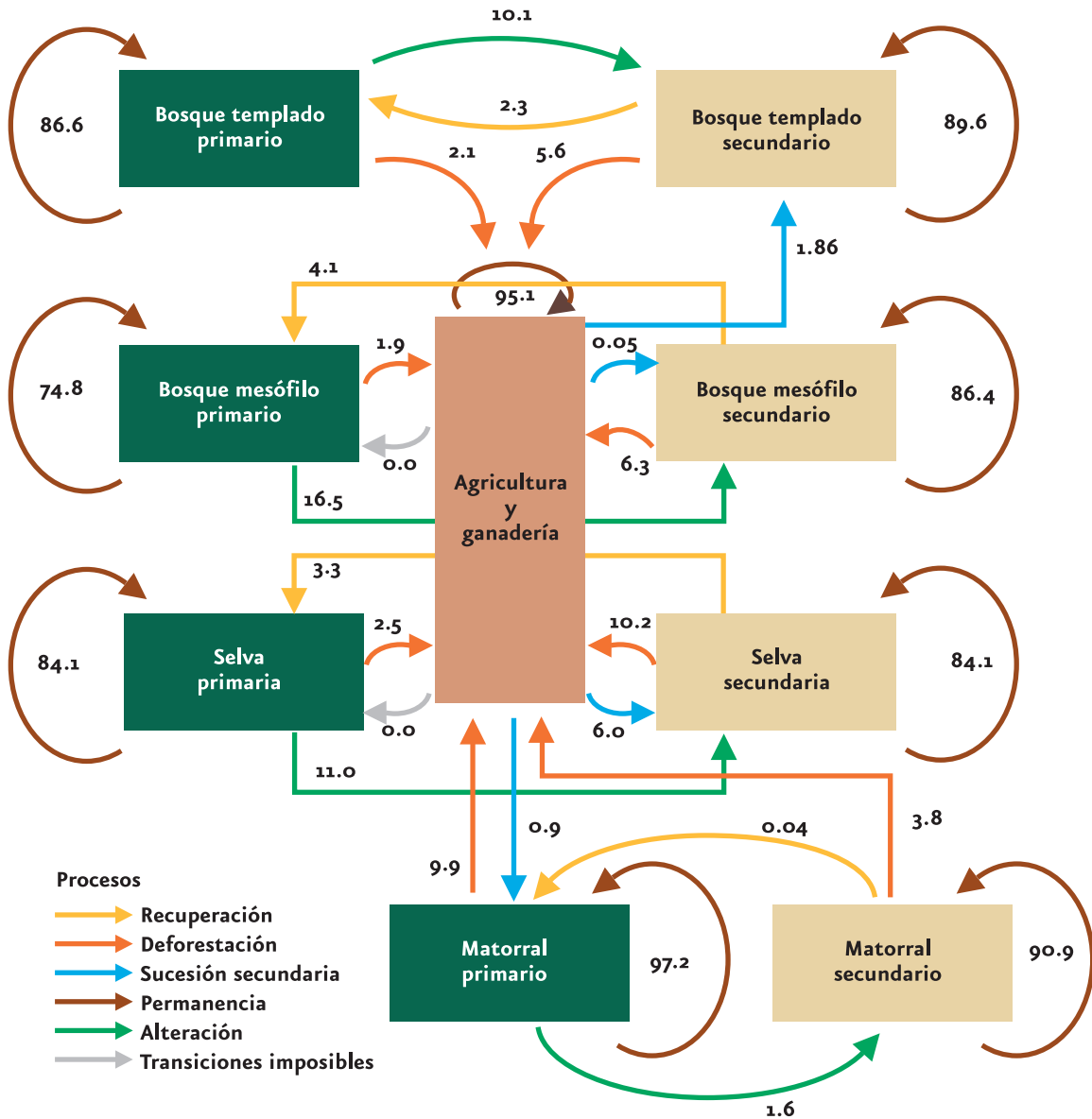
Deforestación

El principal motivo de preocupación mundial en torno a la deforestación se refiere al calentamiento

³La 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.

Figura 2.5

Modelo del cambio de uso del suelo¹. Los valores corresponden a la probabilidad (expresada en porcentaje) de que la superficie cubierta por un uso de suelo permanezca como tal o cambie a otra condición.



Nota:

¹ Las probabilidades de cambio corresponden al periodo 1993 - 2002. No se incluyen en el modelo los cambios de otros tipos de vegetación.

Fuente:

Elaboración propia con datos de:
 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.

global y a la pérdida de los servicios ambientales que prestan los bosques y selvas. Los bosques proporcionan servicios de gran importancia: forman y retienen los suelos en terrenos con declive, evitando así la erosión; favorecen la infiltración del agua al subsuelo alimentando los mantos freáticos y también purifican el agua y el aire. Además, son fuente de bienes de consumo tales como madera, leña, alimentos y otros “productos forestales no maderables” (alimentos, fibras, medicinas), cuya importancia para la industria y para los campesinos es destacable en México (FAO, 2000; GEO 3, 2002). Las comunidades vegetales dominadas por formas de vida arbórea constituyen, además, enormes reservas de carbono en forma de materia orgánica. Estimaciones recientes muestran que los bosques del planeta almacenan unas 283 gigatoneladas de carbono en la biomasa de los árboles (FAO, 2005). Este mismo trabajo señala que la suma total del carbono retenido en la biomasa forestal, en los árboles muertos, la hojarasca y el suelo, supera en alrededor de 50% la cantidad total de carbono contenido en la atmósfera (FAO, 2005). Al emplear el fuego para eliminar la cubierta forestal, ese carbono es liberado a la atmósfera, donde contribuye y exacerba el efecto invernadero. En el caso de México, cálculos preliminares estiman que anualmente, durante el periodo 1993-2002, las emisiones nacionales de bióxido de carbono asociadas al cambio de uso del suelo ascendieron a 89 mil 854 gigagramos de bióxido de carbono equivalente, es decir, alrededor del 14% de las emisiones totales de GEI nacionales (INE-Semarnat, 2006).

En el sentido inverso, la vegetación secuestra carbono de la atmósfera a través de la fotosíntesis, proceso que se reduce fuertemente cuando se retira la vegetación. El factor que más contribuye al fuerte “déficit ecológico” en la Huella Ecológica calculada para México (ver el capítulo de *Población*) es la carencia de superficie forestal suficiente para absorber nuestras emisiones de gases de efecto invernadero, lo que pone de manifiesto la importancia de la cobertura vegetal para el desarrollo sustentable.

Un segundo motivo de preocupación en torno a la deforestación es su impacto negativo sobre la diversidad biológica del planeta. Al retirarse la cubierta forestal no sólo se elimina directamente a varias especies, sino que las condiciones ambientales locales se modifican seriamente. Bajo esas nuevas condiciones muchos organismos son incapaces de sobrevivir, ya sea porque sus límites de tolerancia son insuficientemente amplios, porque durante la deforestación se eliminan algunos de los recursos que les son indispensables (p. e. alimenticios, refugios, sitios de anidación, etc.) o bien, porque cambian las condiciones bajo las que interactúan con otras especies (p. e. a través de efectos de competencia específica) y pueden entonces ser desplazadas. En el caso de México, como país megadiverso, esta situación es particularmente importante.

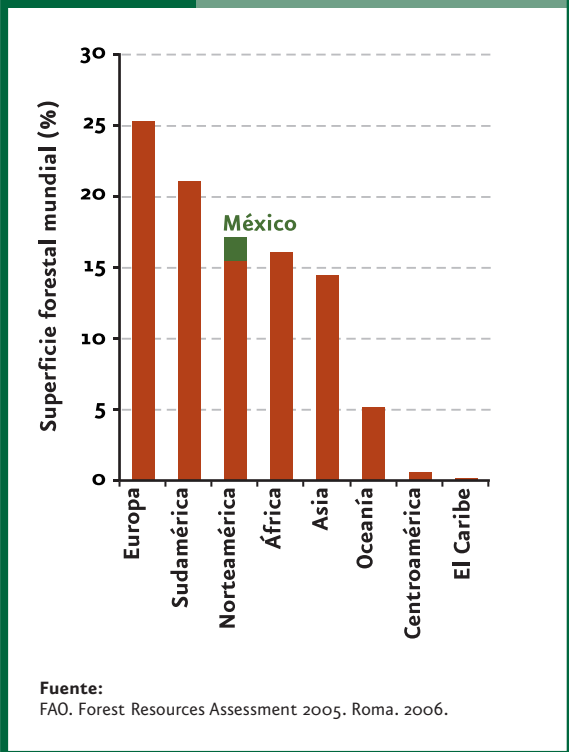
De acuerdo con la FAO (2007), que considera que una zona forestal es aquella que tiene al menos un 10% de su superficie cubierta por las copas de árboles, en 2005 los bosques mundiales cubrían 3 mil 952 millones de hectáreas, es decir, alrededor del 30.3% de la superficie terrestre del planeta. El mayor remanente se encuentra en Europa (25.3% del área forestal mundial), seguido por Sudamérica (21%) y Norteamérica (17.1%, al cual México contribuye con el 1.63%; Figura 2.6).

Según esa evaluación, la deforestación mundial, sobre todo para convertir los bosques a tierras agrícolas, ha proseguido a millones de hectáreas por año. Aunque el ritmo neto de pérdida ha disminuido con respecto a la década anterior (1990-2000: 8.9 millones de hectáreas por año, a una tasa de 0.22% anual), la pérdida sigue siendo alta: para el periodo 2000-2005 se calculó en 7.3 millones de hectáreas anuales (0.18% anual).

A nivel mundial, en el periodo 2000-2005, Sudamérica fue la región que perdió mayor superficie (4.2 millones de hectáreas), seguida

Figura 2.6

Zonas forestales remanentes en diferentes regiones del mundo, 2005

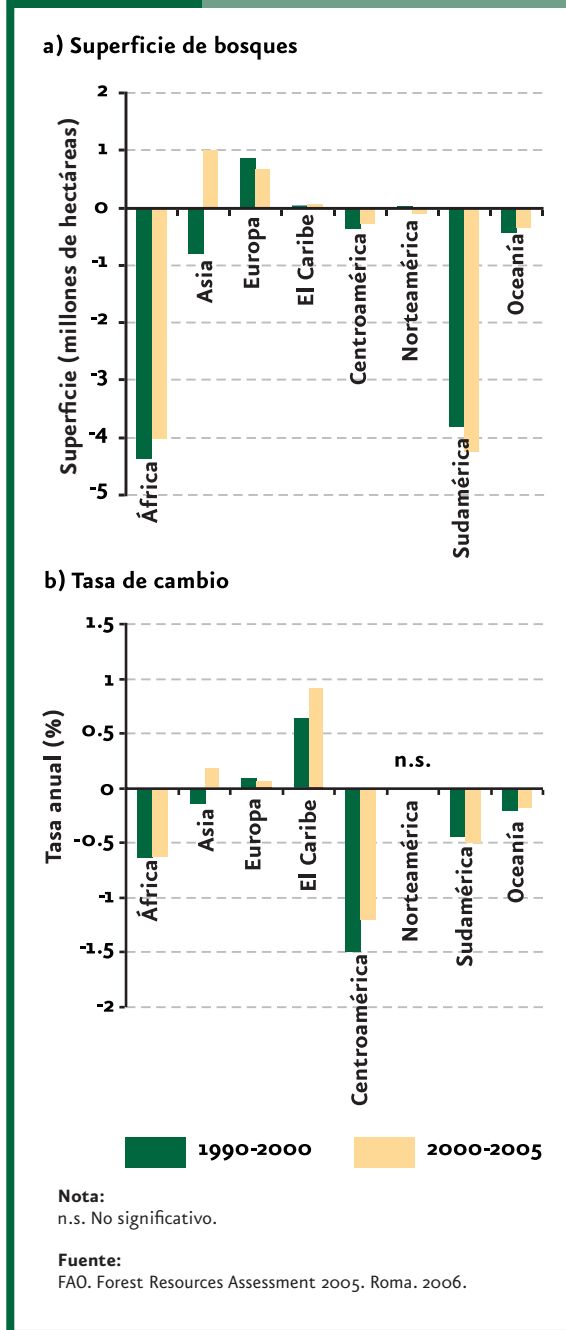


por África (4 millones de hectáreas; Figura 2.7a). Por el contrario, en Europa y Asia las superficies boscosas se incrementaron durante el periodo 2000 - 2005 en 666 mil y un millón de hectáreas, respectivamente. Sin embargo, cuando la comparación se realiza considerando las tasas de deforestación, Centroamérica y África son las regiones con los mayores estimados para los periodos 1990-2000 y 2000-2005 (Figura 2.7b). Siguiendo las comparaciones internacionales, debe decirse que 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 2.8).

El tema de la deforestación en México se caracteriza por la gran disparidad en las estimaciones que diferentes fuentes arrojan sobre el tema. Tan sólo en los últimos quince años se han generado cifras que van desde 316 hasta cerca de 800 mil

Figura 2.7

Deforestación en el mundo por superficie y tasa anual según región, 1990 - 2005



hectáreas al año (Figura 2.9; ver el Recuadro *Tasas de deforestación en México*). Las dos estimaciones más recientes de las tasas de cambio en el país fueron las obtenidas por el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México

La deforestación es uno de los temas más complejos y controvertidos de la agenda ambiental mundial y de la de muchos países, entre ellos México. Además del reconocimiento de sus importantes consecuencias ambientales, se acepta que constituye una afectación sustancial al capital natural de los países, lo cual repercute tanto en la calidad de vida y desarrollo de los grupos humanos que dependen directamente de ellos, como en la pérdida de las posibles ganancias económicas que en el largo plazo podrían obtenerse de la explotación sostenible de los bosques.

La estimación de la magnitud de la deforestación constituye un problema, en sí mismo, difícil de resolver. Las estimaciones para una zona en un periodo dado pueden diferir significativamente entre sí debido a la naturaleza de la información base empleada -sea porque ésta se derive de imágenes de satélite o fotografías aéreas o por sus escalas de trabajo-, o simplemente por los criterios empleados para la clasificación de la vegetación. En el caso de México, las estimaciones de las tasas de deforestación no han escapado a esta problemática. Los tres inventarios forestales que han sido completados a la fecha -el más reciente aunque ya se ha concluido, no se ha publicado y menos aun empleado para calcular la pérdida de la cubierta vegetal- difieren sustancialmente

en su información base y criterios de clasificación, lo que hace que sus resultados no sean directamente comparables y resulte imposible o muy difícil poder utilizarlos como base para la estimación de las tasas de deforestación. Esta carencia ha motivado que, en repetidas ocasiones, diversos autores hayan buscado obtener estimaciones de las tasas de deforestación del país con base en la incompleta información disponible en diversas fuentes y utilizando diversos métodos de cálculo. A continuación se listan algunas de las estimaciones calculadas para México en diferentes periodos y con diversas metodologías y fuentes de información:

- 1) Como parte del Primer Inventario Nacional Forestal, en 1978 se estimó una tasa de deforestación de 397 mil hectáreas por año para el periodo 1940-1977, resultante de dividir la diferencia en la superficie arbolada estimada para esos años, entre los 37 años transcurridos entre esas fechas.
- 2) En 1990, con motivo del reporte de México a la FAO para la Evaluación de los Recursos Forestales 1990 (FRA, 1990), el Inventario Nacional Forestal obtuvo una estimación de 365 mil hectáreas por año para el periodo 1970-1980, resultante de ajustar los valores de cobertura forestal obtenidos en el Primer Inventario Nacional Forestal con base en los datos del crecimiento de la población rural durante ese periodo.

3) También en 1990 la SARH obtuvo, con base en los resultados de una encuesta realizada en sus delegaciones estatales, una estimación de 370 mil hectáreas por año entre 1980 y 1990.

4) En 1991, con base en la comparación de las superficies forestales en el Primer Inventario Nacional Forestal y en el Inventario Forestal de Gran Visión, y considerando un periodo aproximado de 18 años, se obtuvo una estimación de 406 mil hectáreas por año para el periodo 1973-1991.

5) Como parte del Inventario Nacional Forestal Periódico se obtuvieron estimaciones para los años 1991 a 1993. Para el año de 1991 se obtuvo una estimación de 298 mil hectáreas y, para 1992, de 270 mil hectáreas. Estas cifras fueron calculadas ajustando la cifra de 370 mil hectáreas por año, obtenida previamente para 1990, con los factores que provocan la deforestación (p. e. reducción de los permisos de cambios de uso del suelo, reforzamiento de las acciones para disminuir el impacto de plagas, incendios, desmontes sin permiso, tala ilegal, etc.). Para 1993 se estimó una deforestación de 242 mil hectáreas, combinando información de las delegaciones de la SARH con la tendencia de la superficie afectada por desmontes ilegales y el área de deforestación.

6) Con base en cifras oficiales sobre el

incremento de la superficie agrícola y pecuaria del país, Toledo y colaboradores (1989) estimaron una tasa de un millón 500 mil hectáreas por año.

7) Con base en estadísticas oficiales y la extrapolación de resultados obtenidos en casos de estudio detallados, complementados con datos sobre perturbaciones e incendios forestales y ajustes hechos con base en el análisis de imágenes de satélite, en 1992 Masera, Dirzo y Ordóñez obtuvieron una estimación de 668 mil hectáreas por año.

8) En el reporte de México a la FAO para la Evaluación de los Recursos Forestales 2000 (FRA, 2000), se estimó que las existencias forestales (bosques y selvas) del país en 1990 eran de 61.5 millones de hectáreas y que, para el 2000, habrían disminuido a 55.2 millones, lo que representaría una tasa simple de deforestación de 630 mil 600 hectáreas por año. Sin embargo, es importante señalar que no se dispone de datos factuales sobre las existencias forestales en México para ninguna de esas dos fechas (1990 y 2000); las cifras reportadas fueron, en realidad, estimaciones hechas con base en información básica proporcionada por la entonces Semarnap usando los métodos de estimación y extrapolación aprobados por la propia FAO para armonizar los datos de los países. Los datos proporcionados por la Semarnap para tal efecto fueron,

principalmente, los del Primer Inventario Nacional Forestal, del Inventario Forestal Periódico y los resultados de un ejercicio (parcial) de comparación de la Carta de uso del suelo y vegetación Serie I del INEGI (que describe el estado de la cubierta vegetal del país en la década de los 70) y la carta del Inventario Nacional Forestal Periódico.

9) En diciembre de 2001, la Semarnat presentó una estimación realizada con base en la Carta de uso del suelo y vegetación Serie II del INEGI (que describe el estado de la cubierta vegetal del país en 1993) y la carta de vegetación del Inventario Nacional Forestal 2000 elaborada por la UNAM. En este reporte se establecía una tasa simple de un millón 127 mil 845 hectáreas por año. Sin embargo, esa estimación incluía (siguiendo la definición de vegetación forestal de la Ley Forestal) también a los matorrales y no sólo a bosques y selvas, por lo que no es directamente comparable con las otras cifras disponibles. Sin embargo, si de los cálculos empleados en ese ejercicio se considera sólo la parte correspondiente a bosques y selvas, se tiene una existencia estimada de 69.354 millones de hectáreas en 1993 y de 63.798 millones en 2000, lo que representaría tasa simple de deforestación de poco menos de 794 mil hectáreas por año.

10) En 2002, por mandato del Instituto Nacional de Ecología-Semarnat, el Instituto

de Geografía de la UNAM realizó una investigación encaminada a evaluar la confiabilidad y mejorar la calidad de las bases de datos disponibles sobre el uso del suelo y la vegetación y obtener estimaciones de las tasas de pérdida del capital natural. En ese estudio se consideró que, de las bases de datos disponibles, las más adecuadas para el análisis del cambio de la cubierta vegetal eran la Carta de uso del suelo y vegetación Serie I del INEGI y la carta de vegetación del Inventario Nacional Forestal 2000 de la UNAM. El análisis del cambio en la cubierta vegetal se realizó superponiendo las dos bases de datos y se obtuvo una tasa estimada de deforestación de 548 mil hectáreas por año (para bosques templados y tropicales y matorrales) o de 350 mil 296 hectáreas por año tan sólo para bosques y selvas, para el periodo 1976-2000.

11) En 2003 se publicaron dos obras (el Informe de México al proceso de Montreal y el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2002) en las que se hacen de manera independiente estimaciones de las existencias forestales y la tasa de deforestación. En ambos casos se utilizó como base la Carta de uso del suelo y vegetación Serie II del INEGI y la carta de vegetación del Inventario Forestal Nacional 2000, que eran las fuentes de datos más recientes disponibles entonces. En el Informe al Proceso de Montreal se

estimaron 69.05 millones de hectáreas de existencias forestales (bosques y selvas) en 1993 y de 63.66 millones de hectáreas en el 2000, lo que resulta en una tasa simple de deforestación de 769 mil hectáreas por año como promedio en el periodo. Las cifras reportadas en la segunda obra sólo difieren ligeramente de éstas (69.03 millones de hectáreas, 63.54 millones de hectáreas y 778 mil hectáreas por año, respectivamente), en razón de la diferente estandarización a la superficie total del país.

12) Para el reporte de México ante la FAO para la Evaluación de los Recursos Forestales 2005 (FRA 2005), la Comisión Nacional Forestal decidió utilizar exclusivamente fuentes de datos homogéneas; las fuentes elegidas para tal fin fueron la Carta de uso del suelo y vegetación Serie II y una versión entonces preliminar de la Carta de uso del suelo y vegetación Serie III (que describe la cubierta vegetal del país en 2002), ambas del INEGI. Un aspecto importante a considerar es que, para esta nueva evaluación, la FAO modificó ligeramente tanto algunas de sus definiciones como algunos de los métodos de estimación, por lo que los resultados de este nuevo reporte no son directamente comparables con los anteriores (FRA, 1990 y FRA, 2000). Para el FRA 2005, la FAO solicitó dos piezas básicas de información: a) una estimación de las existencias forestales en 1990 y 2000, y b) una proyección de

las existencias para el 2005. La primera estimación se hizo identificando en las dos series de datos elegidas las categorías que corresponden a las definiciones de “bosques” y “otras tierras boscosas” de la FAO y calculando las existencias de estas coberturas en ambas fechas. Este cálculo arrojó una existencia de 68.720 millones de hectáreas de bosques en 1993 y de 65.557 millones de hectáreas en el 2002, lo que representa una pérdida total de 3.163 millones de hectáreas en el periodo, o una tasa simple de deforestación de 351 mil 445 hectáreas por año. Si se considera también la pérdida de otras tierras boscosas, la tasa total de deforestación es de 401 mil hectáreas por año.

La proyección al año 2005 de las existencias de bosques y otras tierras boscosas se hizo suponiendo que la tasa de deforestación calculada para 1990-2000 se mantendría constante en 2000-2005 pero que se vería atenuada por los diversos programas (p. e. Programa Nacional de Reforestación, Programa de Desarrollo Forestal, etc.) que el gobierno federal aplicaba para contrarrestar sus efectos, en un nivel dado por las metas que estos programas esperaban alcanzar en el periodo. De ahí se obtuvieron proyecciones –que, de cumplirse cabalmente las suposiciones en que se basaron las predicciones- daban como resultado una tasa promedio de 260 mil hectáreas por año para el periodo 2000-2005.

Figura 2.8

**México en el mundo:
tasas de deforestación
2000 - 2005 para países
de la OCDE y de
Latinoamérica**

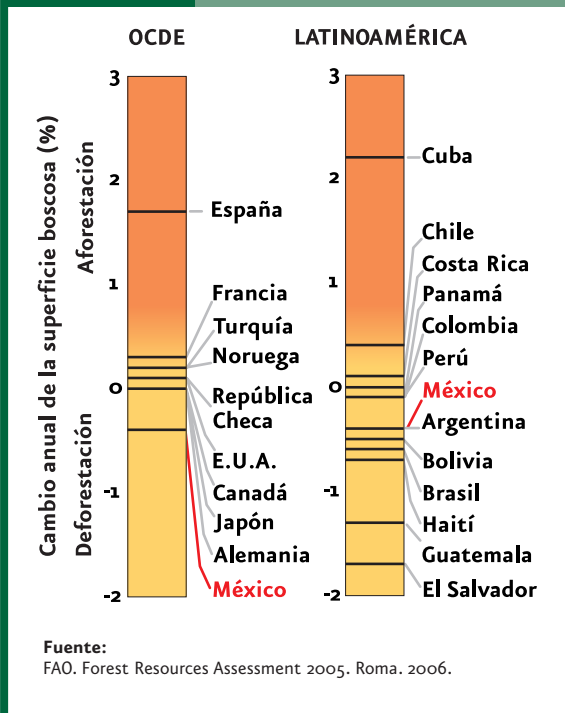
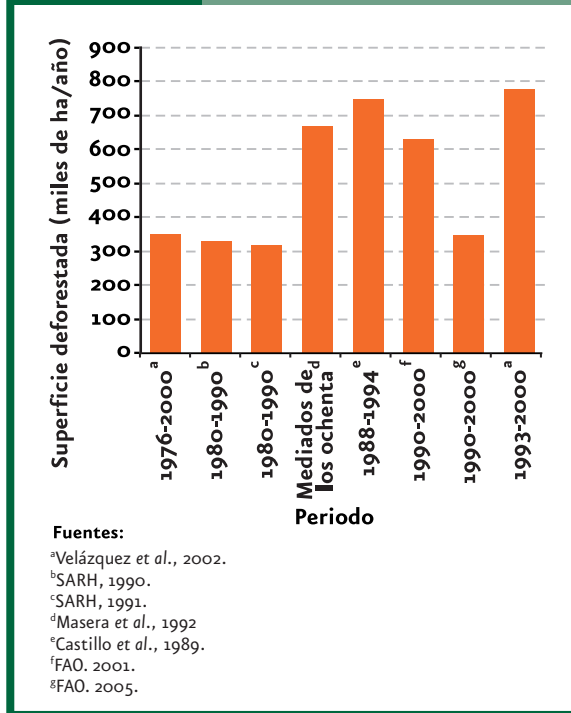


Figura 2.9

**Estimaciones de la
deforestación anual
en México para distintos
periodos**



(UNAM) para el periodo 1993-2000 (Velázquez et al., 2002) y la elaborada por la Comisión Nacional Forestal (Conafor) para ser integrada al Forest Resources Assessment (FRA) de 2005 (FAO, 2005). La estimación de la UNAM se basó en comparar las existencias forestales hacia 1993 (de acuerdo con una versión preliminar de la Carta de uso del suelo y vegetación Serie II del INEGI) con las registradas en la Carta de vegetación del Inventario Nacional Forestal 2000, elaborada ex profeso por la misma UNAM con base en imágenes de satélite registradas en el año 2000. Por su parte, el reporte presentado por la Conafor a la FAO se basó en una comparación espacialmente explícita de las áreas con vegetación forestal registradas también en la Carta de uso del suelo y vegetación Serie II (versión reestructurada) del INEGI y la Carta de uso del suelo y vegetación Serie III elaborada también por el INEGI con base en imágenes de satélite registradas en los años 1993 y 2002, respectivamente.

La estimación de la UNAM indica que, durante el periodo 1993-2000, la pérdida de bosques y selvas en nuestro país ocurrió a razón de 776 mil hectáreas por año (1.14% anual). En contraste, la estimación hecha por la Conafor es de 348 mil hectáreas anuales para el periodo 1990-2000. Una diferencia muy importante entre estas dos comparaciones es que la estimación de la Conafor se basó en el criterio de la FAO que considera a una superficie como deforestada sólo cuando ha sido transformada a otro uso del suelo tal como agricultura, pastizal cultivado e inducido, reservorios de agua o áreas urbanas. Esta definición de deforestación es diferente a la utilizada en el estudio de la UNAM que se basa en la diferencia neta entre las superficies cubiertas por vegetación arbórea (p. e. bosques y selvas) en 1993 y el año 2000. Dadas estas diferencias en las formas de estimación es importante considerar no sólo la cifra sino el contexto para interpretar adecuadamente

la información. Las dos estimaciones anteriores indican que, a lo largo de la última década, en el país se perdieron entre 3.5 y 5.5 millones de hectáreas de bosques y selvas, siendo la vegetación primaria la que mostró las mayores pérdidas.

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 bosques, principalmente los dominados por una sola especie, lo que hace rentable su explotación intensiva 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-. Asimismo, el aumento de los precios de los productos agropecuarios provoca la deforestación, pues entonces los usos no forestales del suelo son más redituables (Cemda-Céspedes, 2002).

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 porqué los bosques y selvas perturbados son luego desmontados y convertidos a terrenos dedicados a 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 (Cemda-Céspedes, 2002; ver también la Figura 2.5).

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).

Los incendios forestales también son una causa importante que promueve la deforestación; de éstos, prácticamente el 40% se relacionan con actividades agropecuarias tales como la roza, tumba y quema o la renovación de pastizales por fuego. A menudo, una zona que ha sufrido un incendio no se recupera puesto que es inmediatamente ocupada para otros usos como el agropecuario o el urbano. Por esta razón, una fracción importante de los incendios son 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).

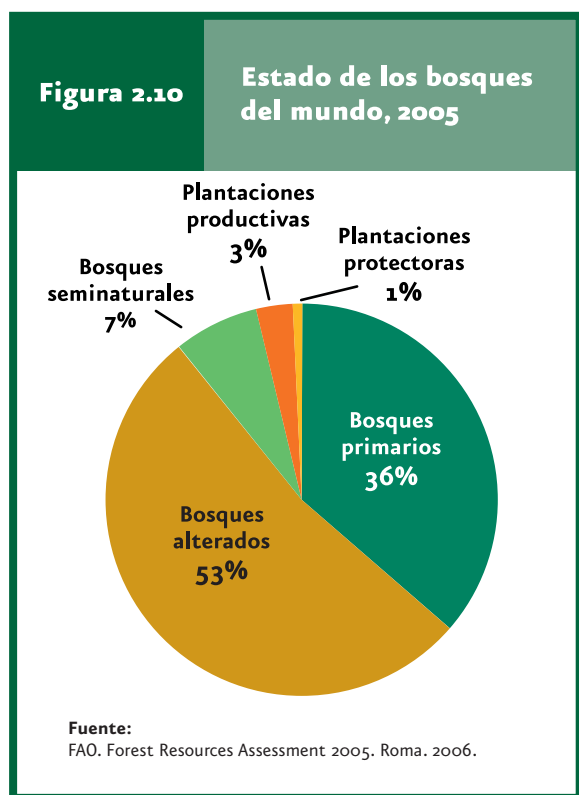
Alteración de bosques y selvas

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), sí 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 afectará su estructura y funcionamiento.

En los últimos quince años, las estimaciones de la deforestación en el país son muy dispares: van desde las 316 mil a las casi 800 mil hectáreas por año.

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, 2006), sólo el 36% de los bosques remanentes en el mundo son primarios y se están perdiendo a una tasa de 6 millones de hectáreas anuales (Figura 2.10). El caso de México es también preocupante, ya que actualmente sólo 48.6% de la superficie del país está cubierta por vegetación primaria o con poca perturbación apreciable (de acuerdo con la Carta de uso del suelo y vegetación Serie III), en tanto que la vegetación secundaria -considerando tan sólo bosques y selvas- ha venido aumentando a un ritmo cercano a las 130 mil hectáreas por año (durante el periodo 1993–2002), siendo los bosques templados los que han sufrido una degradación más intensa (cerca a las 252 mil hectáreas anuales).



Tanto la deforestación como la alteración afectan negativamente a los bienes y servicios que proveen los ecosistemas naturales. El considerar de manera conjunta a la deforestación y la alteración permite obtener una evaluación aproximada del ritmo de “deterioro” global de la vegetación. De la década de los 1970’s al 2002, la tasa anual de deterioro (deforestación + degradación) de los bosques y selvas fue de 514 mil hectáreas por año, es decir, poco más de dos veces mayor a la tasa de deforestación *sensu stricto* (221 mil hectáreas por año). Esta cifra pone de manifiesto el impacto que los procesos de alteración tienen sobre nuestro territorio y, a pesar de ello, generalmente no se les da la importancia debida. La vegetación 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. Sin embargo, no se cuenta con datos suficientes para cuantificar la importancia relativa de cada vía.

El deterioro de los bosques y selvas del país, que incluye tanto la deforestación y la degradación de la vegetación, ha ocurrido en cerca de 514 mil hectáreas por año desde los años setenta hasta el año 2002.

La forma de alteración más semejante a la deforestación es la extracción selectiva de maderas. A diferencia de los bosques templados, en cada hectárea de selva coexisten

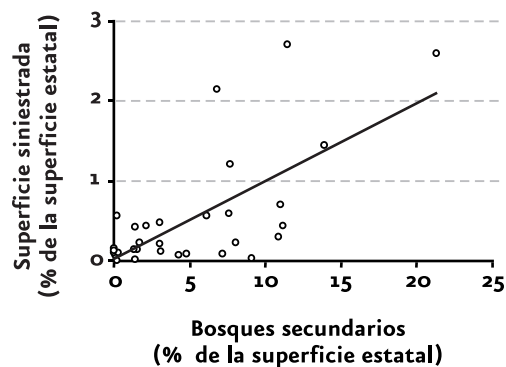
decenas de diferentes especies de árboles, la mayoría de las cuales carecen de mercado, por lo que su aprovechamiento no es redituable. Dispersas entre estos árboles crecen árboles de maderas preciosas como la caoba (*Swietenia*) y el cedro rojo (*Cedrella*) que son taladas sin aprovechar las plantas circundantes. Otra forma de explotación de la madera es 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. Una quinta parte de los habitantes del país utilizan leña para cocinar y, aunque no se tiene una 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 se dañan entre el 30 y el 50% de los individuos adyacentes (Kartawinata, 1979 en Challenger, 1998), provocando su muerte o haciéndolos más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades.

Aunque la ganadería extensiva es más frecuente en matorrales, también tiene lugar en los bosques y selvas, afectando grandes superficies. El ganado ejerce un impacto directo a través del pisoteo y el consumo de plantas. Estas alteraciones perturban a su vez al ciclo hidrológico, al suelo y a la vegetación en su conjunto, trayendo como consecuencia mayor susceptibilidad a la erosión, pérdida de biodiversidad -o al menos cambios en la composición de las comunidades de plantas- y a riesgo de incendios. La reducción de la cubierta vegetal provoca cambios en el microclima, el cual se vuelve más seco y caliente debido al incremento en la radiación solar hacia el interior del bosque y a una mayor facilidad para el paso del viento. Si a esto se suma que actividades como la obtención de leña incrementa la cantidad de materia combustible en el suelo, las condiciones están dadas para los incendios forestales. Durante el evento de El Niño de 1997-1998, se pudo comprobar que en Indonesia la vegetación alterada se incendió espontáneamente con mucha mayor frecuencia que las selvas primarias (Page et al., 2002). Lo mismo ocurrió en México, donde la superficie estatal afectada por incendios durante el evento de El Niño del mismo año estuvo estrechamente correlacionada con la extensión de bosques secundarios existentes en la entidad; de hecho, este factor explica (en sentido estadístico) 46.5% de las diferencias entre los estados en cuanto a la superficie siniestrada por incendios. Aquellos estados que carecían de bosques secundarios prácticamente no sufrieron los efectos de El Niño (Figura 2.11).

Figura 2.11

Relación entre la alteración de los bosques y selvas y los incendios en México, 1998



Fuentes:
 Elaboración propia con datos de:
 Semarnat. *Inventario Forestal Nacional 2000*. México. 2001.
 Semarnat, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. México. 2002.

La alteración o degradación de la vegetación se acelera con el tiempo, debido a que los procesos que intervienen interactúan unos con otros en forma sinérgica. Sus resultados pueden ser despreciables en un inicio, pero la sinergia acelera las tasas de cambio, hasta que se desencadenan procesos irreversibles de deterioro. La vegetación secundaria es deforestada a una tasa superior que la primaria (Figura 2.5); los accesos abiertos para la extracción de maderas preciosas sirven después a campesinos y ganaderos para colonizar nuevas zonas; la ganadería extensiva provoca erosión; la corta de leña promueve incendios; la vegetación perturbada es mucho más susceptible a las catástrofes naturales (como huracanes, sequías o incendios) que la vegetación primaria. Mientras que la deforestación es típicamente una forma de disturbio agudo, la alteración corresponde a la forma crónica, cuyos efectos son acumulativos, sinérgicos, y cada vez más veloces, hasta volverse irreversibles (ver el Recuadro *Cambios catastróficos en ecosistemas* en el Informe 2005).

Degradación de matorrales

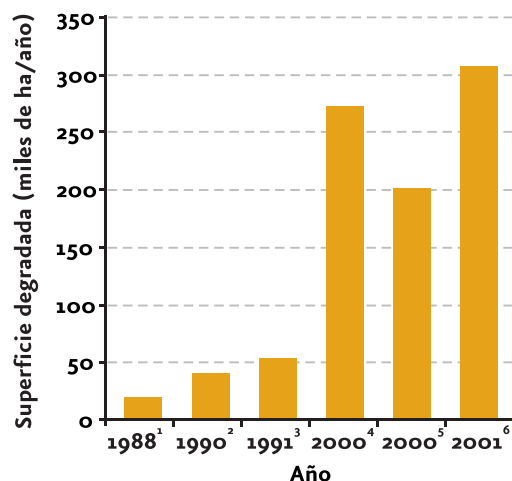
Los matorrales, huizachales y mezquiales que caracterizan a las zonas áridas de México también han sido deteriorados por el hombre. Sin embargo, en muchos casos no se da la importancia debida a la degradación de estos tipos de vegetación, ya que se les considera más un problema que un recurso. Es frecuente la concepción errónea de que los desiertos son un producto indeseable de las actividades humanas; por el contrario, los desiertos mexicanos son ecosistemas ricos en especies, muchas de ellas endémicas.

El ritmo con el que los matorrales desérticos son transformados a otros usos del suelo es aún más difícil de evaluar que la deforestación (Figura 2.12). De acuerdo con los inventarios nacionales, los matorrales constituyen el ecosistema que más lentamente está siendo transformado a otros usos y que se preserva, por tanto, en mayor proporción como vegetación primaria (92% en el año 2002, según la Carta de uso del suelo y vegetación Serie III). No obstante, en términos absolutos, este nivel de degradación no es despreciable ya que los matorrales secundarios ocupan poco más de 41 mil kilómetros cuadrados, una extensión similar a la de Yucatán o Quintana Roo.

El matorral adquiere una gran diversidad de formas aún dentro de un espacio reducido. La vegetación que es resultado de la alteración en un sitio puede ser perfectamente natural en otro. Por ello es sumamente difícil reconocer cómo debió ser la vegetación primaria de un sitio dado, o si se trata 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 estudios directos en el campo. Considerando que la gran mayoría de los matorrales se emplean para la ganadería, un análisis realizado por el Instituto Nacional de Ecología (INE) utilizando técnicas alternativas para determinar la

Figura 2.12

Estimaciones de las tasas de degradación de matorrales en México



Fuentes:

Elaboración propia con datos de:

¹FAO, 1988.

²SARH, 1990.

³SARH, 1991.

⁴Semarnat, 2003.

⁵FAO, 2005.

⁶Velázquez et al., 2002.

degradación, muestra que en muchos municipios del país el número de cabezas de ganado rebasa la capacidad máxima del ecosistema 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 Serie I (para la década de los 1970's), Serie II (para 1993) y Serie III (para 2002). Según el estudio del INE, sólo los matorrales del oriente 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 2.6). La Semarnat, con base al estudio de la degradación del suelo causada por el hombre (Semarnat-Colegio de Posgraduados, 2002) realizó una estimación

del nivel de sobrepastoreo por entidad federativa del país (Mapa 2.7); el estudio señala que la superficie afectada por sobrepastoreo es de unas 47.6 millones de hectáreas o 24% de la superficie nacional y aproximadamente 43% de la superficie dedicada a la ganadería en el país.

Aunque el tema de los incendios generalmente se relaciona con los bosques templados, la mayor parte de la superficie afectada comúnmente corresponde a pastizales, matorrales y vegetación arbustiva. En el periodo 1998-2008, la superficie de matorrales afectada por estas conflagraciones osciló entre el 35 y el 49% de la superficie total incendiada en el país.

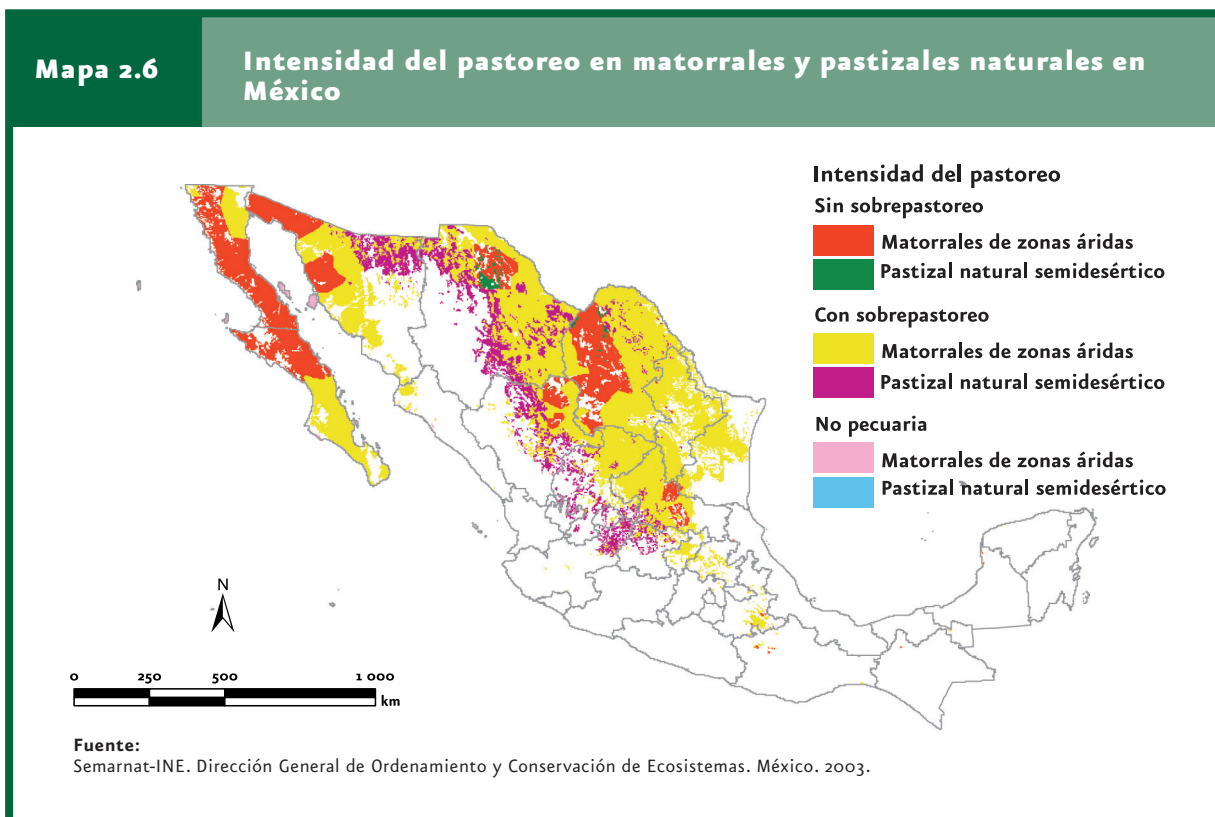
Los matorrales desérticos son ecosistemas sumamente frágiles. Los ritmos ecológicos de los desiertos son de los más lentos del mundo, razón por la que los efectos de las actividades

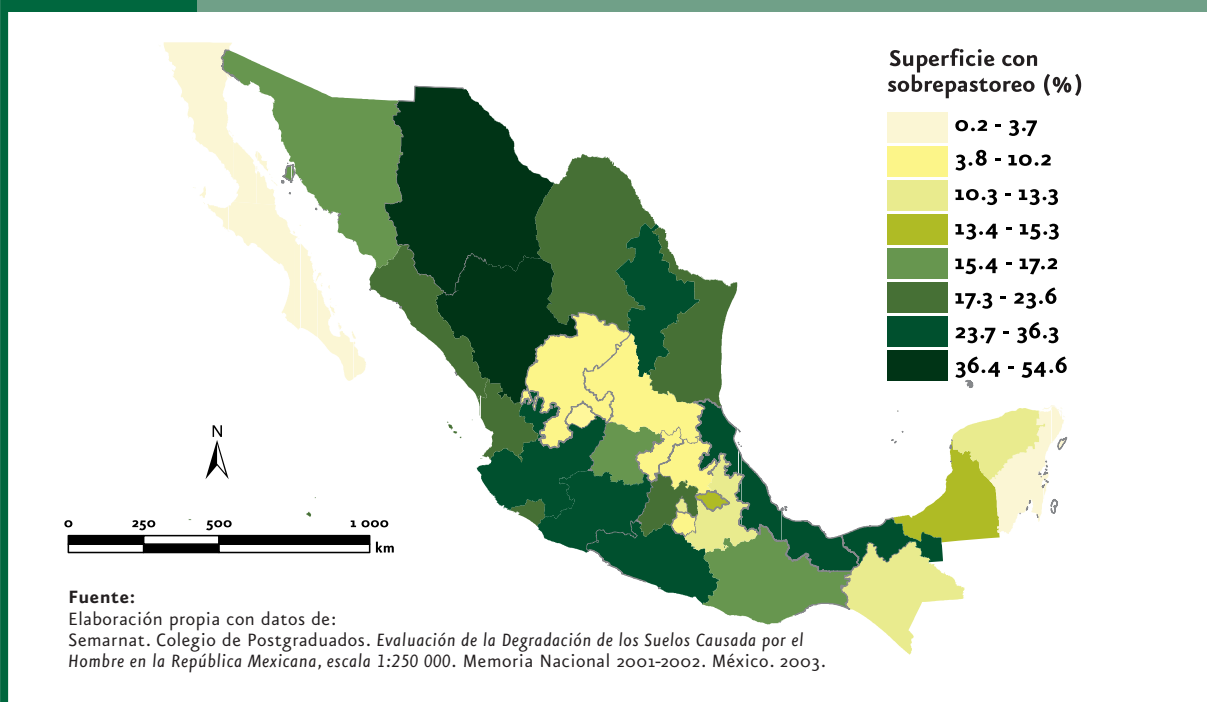
humanas tardan mucho tiempo en ser borrados del ecosistema y van, por tanto, acumulándose a través del tiempo. Consecuentemente, la vegetación de las zonas secas es muy susceptible a los procesos de alteración y degradación, ya que los procesos de aceleración y sinergia típicos

del disturbio crónico son muy intensos; de hecho reciben un nombre especial: desertificación (véase también la sección dedicada a este tema en el capítulo de *Suelos*).

El 70 y 95% de los matorrales y pastizales naturales del país, respectivamente, podrían estar afectados por el sobrepastoreo.

Cuando se altera la cubierta vegetal de un desierto, las condiciones ambientales se vuelven generalmente aún más secas y las temperaturas máximas se tornan más altas. Las plantas y animales que pueden sobrevivir en estos ambientes modificados corresponden a zonas aún más áridas, por lo que el sitio parece aún más desértico que antes. De ahí el término desertificar: “hacer desiertos”. Este modelo se ha tratado



Mapa 2.7**Sobrepastoreo por entidad federativa, 2002**

de aplicar a otros ecosistemas. Por ejemplo, se ha propuesto que en buena medida los eriales libaneses son resultado de la desertificación. Es difícil saber hasta qué punto los bosques de cedro libaneses desaparecieron como producto de la actividad humana o bien debido a tendencias históricas naturales. La definición más aceptada de desertificación incluye estas posibilidades y señala que “la desertificación es la degradación ambiental en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas como resultado de diferentes factores, incluyendo las variaciones climáticas y las actividades humanas” (Conferencia de las Naciones Unidas para el Combate a la Desertificación). La degradación implica tanto a la cubierta vegetal como a los suelos que la soportan (véase también el tema de la **Degradación del suelo** en el capítulo de **Suelos**).

Fragmentación

Cuando se elimina la vegetación original de una zona, con frecuencia quedan pequeños manchones intactos inmersos en una matriz sumamente

degradada. Como resultado de ello, la vegetación natural de las barrancas y las cúspides de cerros y montañas constituyen los únicos remanentes de vegetación que quedan en muchas regiones de México. Cada una de estas “islas” de vegetación generalmente alberga a un número menor de sus especies nativas que una superficie equivalente embebida dentro de una gran extensión de vegetación ininterrumpida. Esto se debe a que varias de las especies nativas son incapaces de vivir en los fragmentos pequeños y a que numerosos procesos de degradación tienen lugar en los bordes. Por estas razones, cuando se busca conservar la vida silvestre no basta conocer la superficie que abarca la vegetación. No es lo mismo contar con una gran masa selvática de 100 mil hectáreas que con cien fragmentos de mil hectáreas cada uno. Ritters y colaboradores (2000) presentaron las primeras estimaciones sobre fragmentación para las selvas y bosques a nivel mundial. Las cifras son alarmantes: apenas el 35% de la superficie arbolada no está fragmentada (formando zonas continuas de más de 80 kilómetros cuadrados) ni sufre

efectos de borde (esto es, se encuentra a más de 4.5 kilómetros de un borde). A nivel regional, Norte y Centroamérica mostraron la mayor proporción de bosques fragmentados en el mundo (superior al 45%); considerando el tipo de ecosistema, las selvas resultaron las más fragmentadas (Figura 2.13).

En el caso de México, las estimaciones más recientes acerca de la fragmentación de los

ecosistemas provienen del trabajo de Sánchez-Colón y colaboradores (datos no publicados), quienes tomaron como base la información del año 2002 contenida en la Carta de uso del suelo y vegetación Serie III del INEGI. Para medir el grado de fragmentación de los ecosistemas, se consideraron como áreas fragmentadas todas aquellas superficies de vegetación natural menores a 80 kilómetros cuadrados, superficie que se consideró como la mínima adecuada para mantener en condiciones óptimas la diversidad y las poblaciones biológicas de ciertos ecosistemas.

De acuerdo a sus resultados, el 33% de la superficie de las selvas húmedas en México está fragmentada, una cifra muy similar a la de las selvas subhúmedas (38.5%; Figura 2.14). Por su parte, los bosques templados están fragmentados en el 52.1% de su superficie, aunque el estudio aclara que este resultado podría estar influido por ciertos tipos de vegetación que de manera natural no alcanzan grandes superficies, como es el caso de los bosques de ayarín o táscate. Caso similar es el de los pastizales naturales, cuyo grado de fragmentación podría alcanzar el 36.1% de su superficie, pero cuya distribución natural (p. e., los pastizales alpinos) también tiende a ser en parches pequeños. En el caso de los matorrales xerófilos, el estudio calculó que el 20.6% de su superficie en el país en el 2002 podría estar fragmentada.

Otras amenazas a los ecosistemas terrestres

Los incendios forestales ocurren de manera natural y constituyen un factor importante para la dinámica natural de muchos ecosistemas terrestres del mundo, sobre todo en los bosques templados. Debido a ellos, se incrementa la disponibilidad de los nutrientes 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,

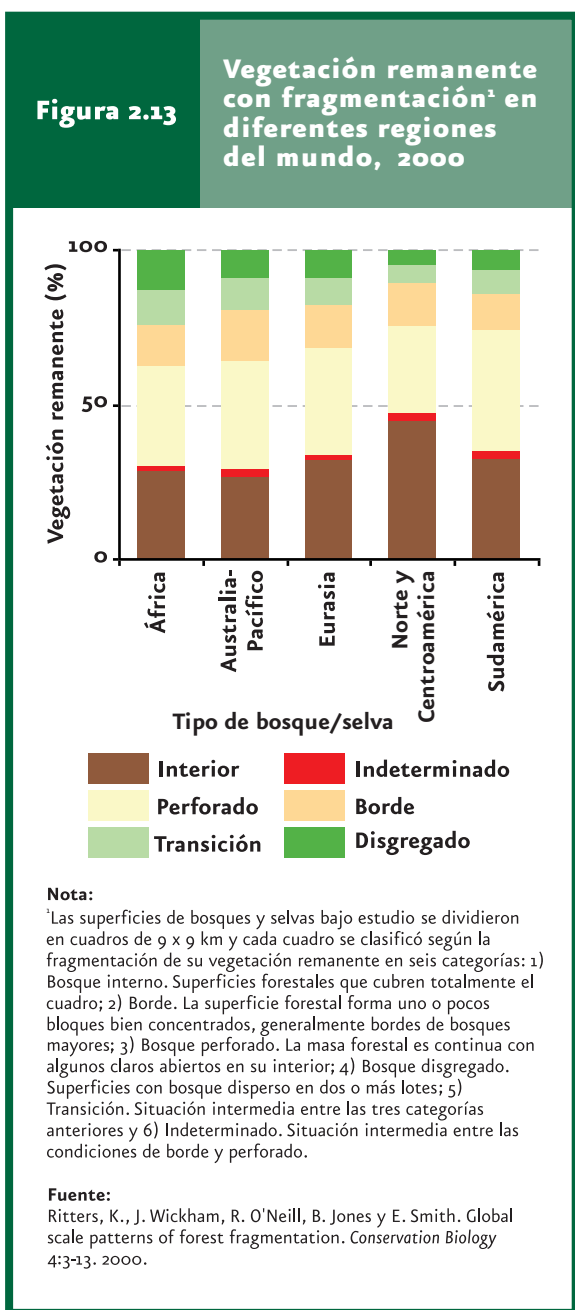
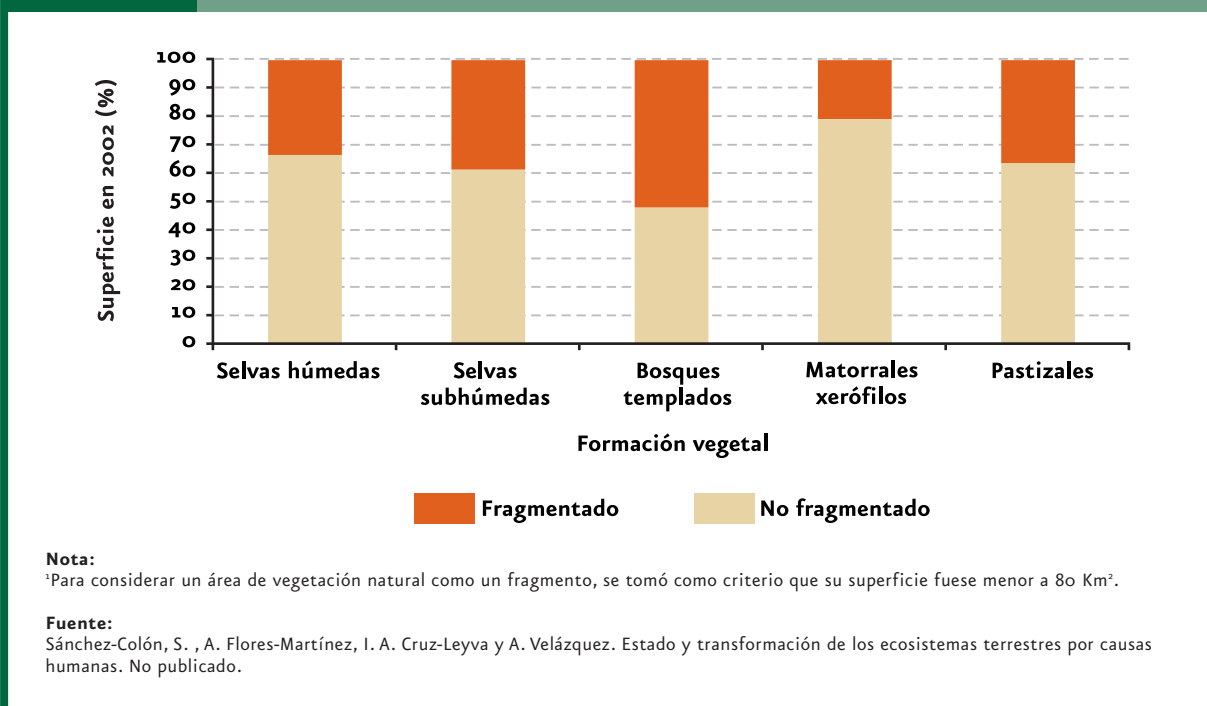


Figura 2.14

Fragmentación de los ecosistemas terrestres en México, 2002¹



los patrones naturales de ocurrencia de incendios se han modificado. Ahora muchos de los incendios forestales ocurren en zonas que anteriormente no sufrían de fuegos, mientras que en zonas que presentaban regímenes periódicos, los incendios se han suprimido (SCBD, 2001c; Castillo *et al.*, 2003).

Sus efectos sobre los ecosistemas son diversos y dependen de la intensidad y frecuencia de los incendios. El efecto más destacado es la remoción de la biomasa vegetal en pie, que, junto con la eliminación de los renuevos de las poblaciones de las especies arbóreas, 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). El efecto directo del fuego sobre la fauna que habita las comunidades naturales es la muerte, mientras que entre los efectos indirectos pueden mencionarse la pérdida del hábitat, de territorio y de zonas de alimentación, así como el desplazamiento de

mamíferos y aves territoriales (SCBD, 2001; Castillo *et al.*, 2003). Todo lo anterior puede ocasionar alteraciones en las cadenas tróficas y en el balance natural de los ecosistemas, lo cual, en el mediano o largo plazos puede ocasionar la reducción de la biodiversidad y la pérdida o degradación de sus servicios ambientales (SCBD, 2001; Castillo *et al.*, 2003).

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, sobre 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).

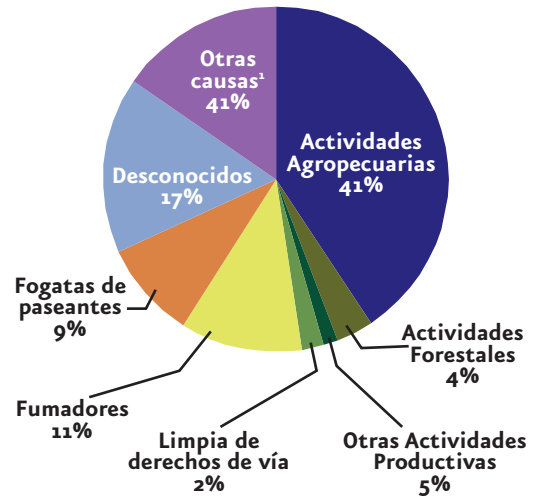
Los dos factores que inciden mayormente en los incendios de los ecosistemas terrestres en muchos países son la tala sostenida de bosques y el empleo del fuego para la habilitación de terrenos cultivables en las prácticas agropecuarias; sin embargo, también ocurren por fogatas y el descuido de los fumadores, entre otras causas. En México en el año 2008, las principales causas asociadas a los incendios forestales fueron las quemas asociadas a las actividades agropecuarias (41%; Figura 2.15).

Entre 1991 y 2008, el promedio anual de incendios fue de poco más de 8 mil 110 conflagraciones, con una superficie siniestrada promedio anual de alrededor de 240 mil hectáreas.

El número de incendios ocurridos en México y la superficie siniestrada se han mantenido relativamente constantes a lo largo de los últimos quince años (*Cuadros D3_RFORESTA05_01* y *D3_RFORESTA05_02*; Figura 2.16). Entre 1991 y el año

Figura 2.15

Causas de los incendios forestales en México, 2008



Notas:

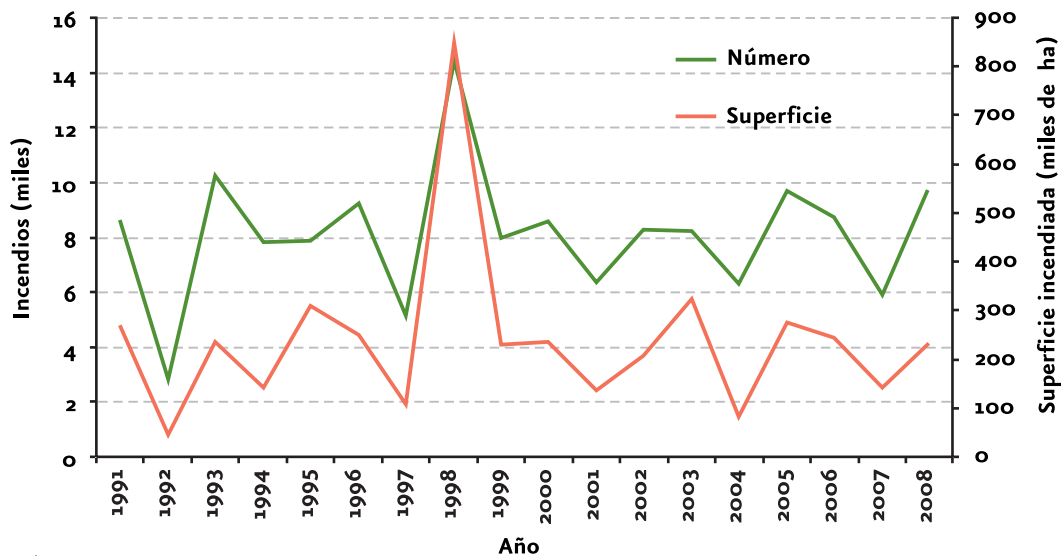
¹Incluye quema de basureros, litigios, rencillas, aprovechamientos, cazadores furtivos, descargas eléctricas, cultivos ilícitos y ferrocarriles.

Fuente:

Conafor. Gerencia de Incendios Forestales. 2008.

Figura 2.16

Incendios forestales y superficie afectada en México, 1991 - 2008



Fuente:

Conafor. Gerencia de Incendios Forestales. México. 2009.

2008, el promedio anual de incendios fue de 8 mil 110 conflagraciones, con una superficie siniestrada promedio anual de alrededor de 240 mil hectáreas. Sin embargo, existen años en los que los incendios son particularmente intensos. Tal fue el caso del año 1998, que tanto en México como en otras zonas de mundo, registró cifras elevadas: en el país ese año se registraron 14 mil 445 eventos, con una superficie total incendiada de alrededor de 850 mil hectáreas.

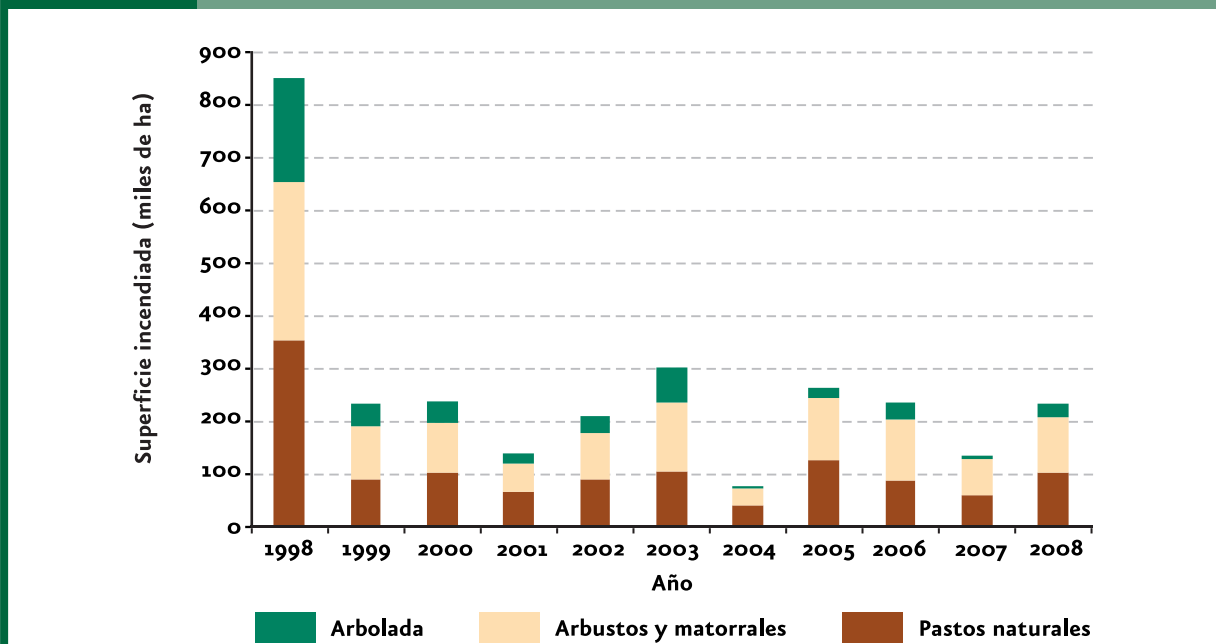
La intensificación de los incendios se debe a una combinación de factores internos y externos. Por ejemplo, algunas prácticas de combate de incendios forestales buscan simplemente impedir la ocurrencia de toda clase de fuegos. Esto provoca que el material combustible (hojas, ramas secas, etc.) se acumule y, cuando finalmente se presenta el incendio, la conflagración adquiera grandes dimensiones. También se ha observado que

algunos fenómenos meteorológicos pueden estar relacionados con los incendios. En Yucatán, los huracanes de gran magnitud generalmente van seguidos por grandes siniestros, como sucedió en Sian Ka'an en 1989 tras el huracán Gilberto (López-Portillo *et al.*, 1990) o como podría ocurrir tras los huracanes Stan y Wilma que afectaron extensas zonas boscosas de la Península de Yucatán y Chiapas en el año 2005. También de gran importancia es el fenómeno oceánico y meteorológico conocido como El Niño, que provoca sequías y aumento de la temperatura en México.

Con respecto a la superficie afectada, el mayor porcentaje de vegetación corresponde, generalmente, a los pastos naturales y arbustos, seguidos por la vegetación arbolada. En el año 2008, los porcentajes para estos tipos de vegetación, fueron respectivamente, de alrededor de 43.5, 45 y 11.5% (Figura 2.17).

Figura 2.17

Superficie afectada por incendios forestales según tipo de vegetación, 1998 - 2008



Fuente: Conafor. Gerencia de Incendios Forestales. México. 2009.

Además de las actividades humanas y de los incendios forestales, las plagas y enfermedades también pueden afectar los ecosistemas terrestres. Las plagas y enfermedades forestales ocurren en forma natural en los bosques y selvas e incluso son necesarios para el funcionamiento del ecosistema. Sin embargo, el hombre puede incrementar su frecuencia más allá de su incidencia normal y afectar seriamente la condición de los bosques.

Las plagas forestales son insectos o patógenos que ocasionan daños de tipo mecánico o fisiológico a los árboles, como deformaciones, disminución del crecimiento, debilitamiento o, incluso la muerte, con un impacto ecológico, económico y social muy importante. Son consideradas como una de las principales causas de disturbio en los bosques templados del país. Actualmente se tiene registro de alrededor de 250 especies de insectos y patógenos que afectan al arbolado en México (Tabla 2.2).

Dentro de los factores naturales que facilitan el ataque de plagas están los fenómenos meteorológicos como sequías, huracanes y nevadas, así como otras conflagraciones naturales, como los incendios. Sin embargo, las actividades humanas también facilitan el ataque. El aprovechamiento y pastoreo no regulados, el deficiente manejo silvícola, la introducción de especies de plagas y patógenos de otras regiones geográficas, así como los incendios inducidos facilitan el ataque de las plagas forestales. Como resultado del monitoreo periódico que realiza la Semarnat de las zonas forestales del país, en el periodo 1990-2007, el promedio de la superficie afectada anualmente por plagas y enfermedades forestales fue de 31 mil 862 hectáreas ([Cuadro D3_RF0RESTA06_01](#)). De la superficie acumulada en este periodo, la mayor parte fue afectada por descortezadores (39% del total), seguida por el muérdago (33%) y los defoliadores (15%; Figura 2.18). Los estados con mayor superficie forestal

Entre 1990 y 2007, el promedio de la superficie afectada anualmente por plagas y enfermedades forestales fue de 31 mil 862 hectáreas.

promedio afectada por enfermedades entre 1990 y 2007 fueron Oaxaca, Aguascalientes, Oaxaca, Durango y Jalisco (Mapa 2.8).

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 cada vez mayor de recursos para satisfacerla y, como consecuencia, las superficies ocupadas por las comunidades naturales son sustituidas por terrenos dedicados al cultivo o a la ganadería. A pesar de que se 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

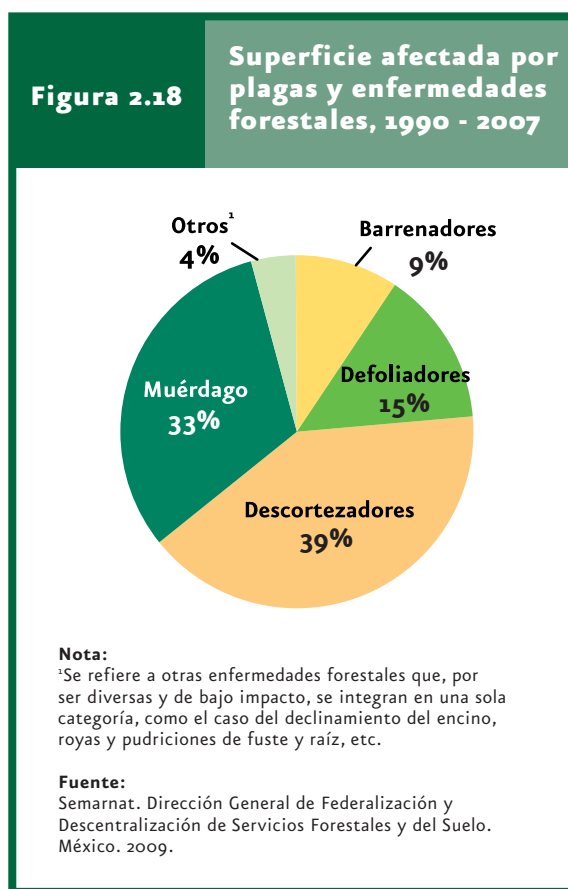


Tabla 2.2

Principales plagas forestales de importancia económica y ecológica en México

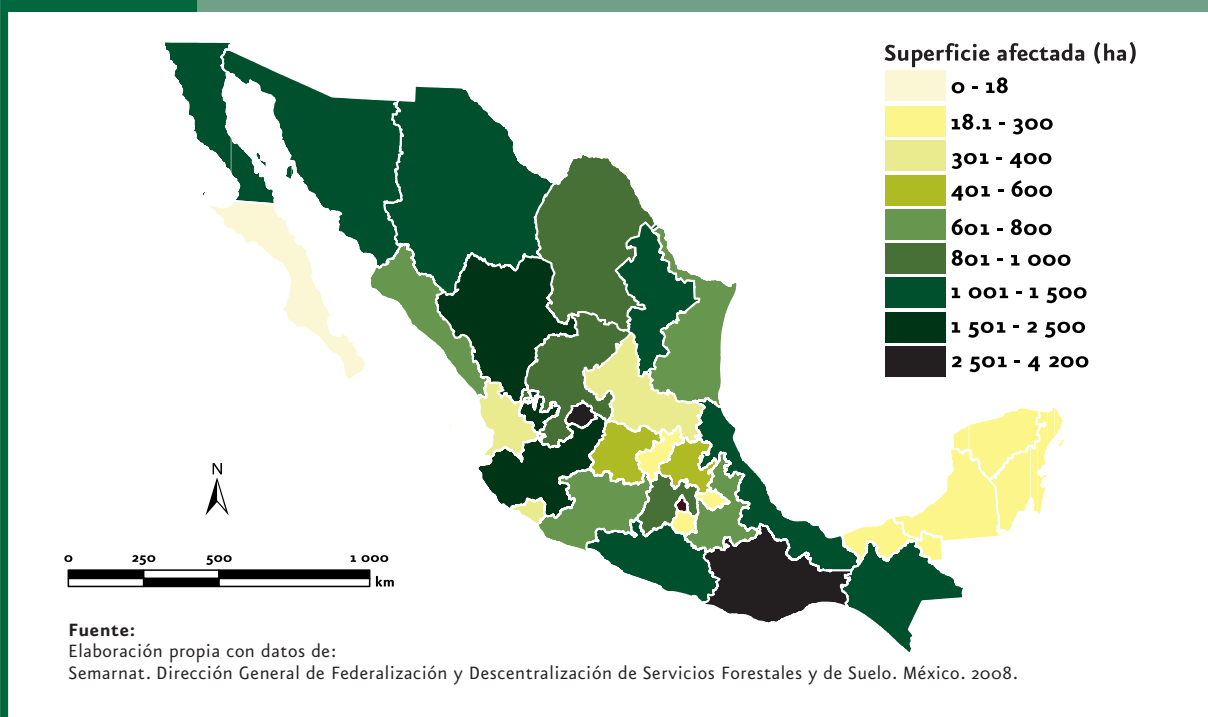
Especie	Nombre común	Tipo de vegetación afectada
<i>Dendroctonus adjunctus</i>	Descortezador del pino de las alturas	Bosque templado
<i>Dendroctonus frontalis</i>	Descortezador del pino del sur	Bosque templado
<i>Dendroctonus mexicanus</i>	Descortezador menor del pino	Bosque templado
<i>Dendroctonus rhizophagus</i>	Descortezador de la raíz del pino	Bosque templado en regeneración
<i>Scolytus multistriatus</i>	Descortezador del olmo	Vegetación urbana y plantaciones
<i>Chrysobothris</i> sp.	Barrenador del cedro rojo	Plantaciones tropicales
<i>Malacosoma</i> sp.	Defoliador del ahuejote	Vegetación urbana y plantaciones
<i>Neodiprion</i> sp.	Mosca sierra menor	Bosque templado y plantaciones
<i>Zadiprion</i> sp.	Mosca sierra mayor	Bosque templado
<i>Cydia</i> sp.	Barrenador de conos de coníferas	Bosque templado
<i>Conophthorus</i> sp.	Barrenador de conos de pino	Áreas de pino piñonero
<i>Hypsipyra grandella</i>	Barrenador de las meliáceas	Plantaciones tropicales
<i>Paranthrene dollii</i>	Barrenador del álamo	Vegetación urbana y plantaciones
<i>Arceuthobium</i> spp.	Múerdago enano	Bosque templado
<i>Psittacanthus</i> spp.	Múerdago verdadero	Vegetación urbana y bosques de latifoliadas y coníferas
<i>Phoradendron</i> spp.	Múerdago verdadero	Vegetación urbana y bosques de latifoliadas y coníferas
<i>Struthantus</i> spp.	Múerdago verdadero	Vegetación urbana y bosques de latifoliadas y coníferas
<i>Fusarium subglutinans</i>	Chancro resinoso del pino	Bosque templado y plantaciones

Fuente:

Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y de Suelos. México. 2002.

Mapa 2.8

Superficie afectada promedio por plagas y enfermedades forestales, 1990 - 2007



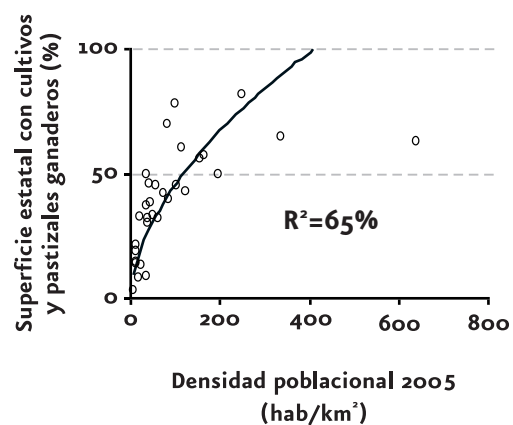
de crecimiento poblacional y de expansión de la frontera agropecuaria no crecen a la misma velocidad; en las últimas décadas, en términos generales, la superficie agropecuaria ha crecido más lentamente que la población mundial debido, en parte, a que la producción es más eficiente. Por ello, es necesario analizar con más detalle la relación entre el crecimiento de la frontera agropecuaria y los procesos de cambio de uso del suelo. Otros factores (también 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

Evidentemente, el tamaño de la población es determinante en lo que a la magnitud del territorio utilizado por el hombre se refiere. Existe una correlación significativa entre la densidad poblacional y la superficie dedicada a actividades agropecuarias; los estados más poblados tienden a dedicar más superficie a la producción (Figura 2.19). Esta relación es más intensa en la medida en

Figura 2.19

Relación entre la densidad poblacional y la superficie dedicada a fines agropecuarios



Fuentes:
Elaboración propia con datos de:
Conapo. Proyecciones de la población de México 2005-2050. México. 2006. Disponible en: www.conapo.gob.mx/oocifras/proy/Proy05-50.pdf Fecha de consulta: 29-03-2009.
Semarnat. Inventario Forestal Nacional. 2000. México. 2001.

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. Este desfase histórico en el uso del suelo es, en parte, el 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 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 manifestarán 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, 2000). 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 en los últimos 20 años en alrededor de 20 millones de hectáreas. Para los últimos años la cifra fue de alrededor de 21.5 millones de hectáreas. Sin embargo, de acuerdo con la Carta de uso del suelo y vegetación Serie III, en el 2002 la extensión de terrenos agrícolas fue de casi 31 millones de hectáreas. Esto significa que en los últimos años unos 10 millones de hectáreas abiertas a la agricultura no se utilizan para esta actividad. Parte de esta superficie pudo estar en un breve descanso, o bien fue abandonada tiempo atrás pero no ha desarrollado vegetación

secundaria. Este último fenómeno es más importante en las zonas áridas, donde los ritmos de recuperación de la vegetación son más lentos. En muchos casos son los mismos agricultores quienes impiden que la vegetación se recupere. Una parcela desmontada es una forma de salvaguardar su posesión, darle valor (un terreno enmontado tiene menor valor que uno limpio en el mercado) y frecuentemente, desmontar un terreno también les permite el acceder a créditos o estímulos por parte del gobierno. Esto podría explicar la razón de que una tercera parte de la superficie agrícola no se cultiva, a pesar de que con ello se promueve la degradación del suelo, que reduce su potencial productivo.

Si se compara la superficie dedicada a actividades agropecuarias que se obtiene de las cartas de uso de suelo y vegetación de 1993 y 2002, la frontera agrícola productiva se incrementó en 1.8 millones de hectáreas. Parte de este crecimiento ha sido a costa de la vegetación natural primaria, pero una proporción mayor proviene de terrenos que estaban ocupados y que ya habían sido desmontados o, al menos perturbados con anterioridad.

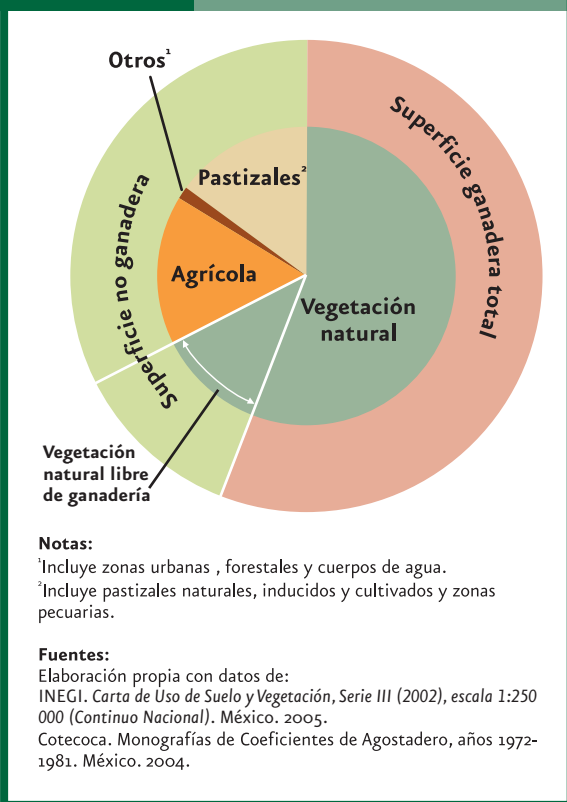
Una de las prácticas agrícolas más frecuentes en los trópicos, que incluso se ha considerado como un modelo de agricultura sostenible es la roza, tumba, y quema o agricultura nómada. El sistema se basa en cultivar las tierras por uno a tres años, y posteriormente dejarlas descansar por un periodo de varios años para que se recupere la vegetación natural. En la actualidad, las diferentes presiones por incrementar la producción de alimentos ha propiciado que los tiempos de descanso se hayan reducido sustancialmente ocasionando no sólo una baja en la productividad de los cultivos (los suelos no recuperan su fertilidad), sino que la vegetación natural no se recupera (ver el recuadro **Efectos de la roza, tumba y quema sobre el uso del suelo** en el **Informe 2005**).

La ganadería se practica en todo el país, abarcando, según datos de la Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (Cotecoca) de 2008, alrededor de 1.09 millones de kilómetros cuadrados, es decir, cerca del 56% de la superficie total de la república. Considerando esta estimación y tomando en cuenta que para el año 2002 los pastizales (naturales e inducidos) y las zonas pecuarias cubrían cerca del 15% del territorio, el restante 41% de la superficie ganadera debe ubicarse en zonas con vegetación natural. De tal manera que si la restante vegetación natural cubre alrededor del 68% del país (sin incluir a los pastizales naturales), puede calcularse que la vegetación natural libre de ganadería está cerca del 27% (Figura 2.20).

La vegetación natural libre de ganadería podría alcanzar el 27% de su superficie remanente en el país.

Figura 2.20

Superficie ganadera y usos del suelo en México, 2002



A nivel estatal, las mayores superficies ganaderas relativas se registran en Sonora (83% del estado), Coahuila (77%), San Luis Potosí (74%) y Zacatecas (72%). En constraste, los estados con menores coberturas ganderas son Nayarit (14%), el Distrito Federal (11%) y Tlaxcala (6.5%; Mapa 2.9; Cuadro D2_AGRIGAN04_02).

En el ámbito pecuario se ha observado una reducción importante 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 2005 se registraron sólo 60.1 millones (una disminución de 0.3% anual). El descenso fue más marcado en el ganado bovino que disminuyó de 34.6 millones de cabezas a 28.8 millones (-0.3% anual); el número de ovejas y cabras prácticamente se mantuvo sin reducciones en este periodo (Figura 2.21).

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 2.10). Cabe señalar que los estados con mayor sobrepastoreo no coinciden necesariamente con aquéllos que tienen mayor densidad de cabezas de ganado. En una situación de sobreexplotación como ésta, aun cuando se reduzca el número de cabezas de ganado es necesario seguir incrementando la superficie de pastizales para acomodar el exceso de animales o bien optar por sistemas de manejo intensivos para no presionar más a los ecosistemas naturales.

En 24 estados del país, el número de cabezas de ganado excede la capacidad de sus ecosistemas para mantenerlas.

Urbanización

Si bien es cierto que a escala nacional la superficie urbana es proporcionalmente

Mapa 2.9

Superficie ganadera por entidad federativa, 1990 - 2006

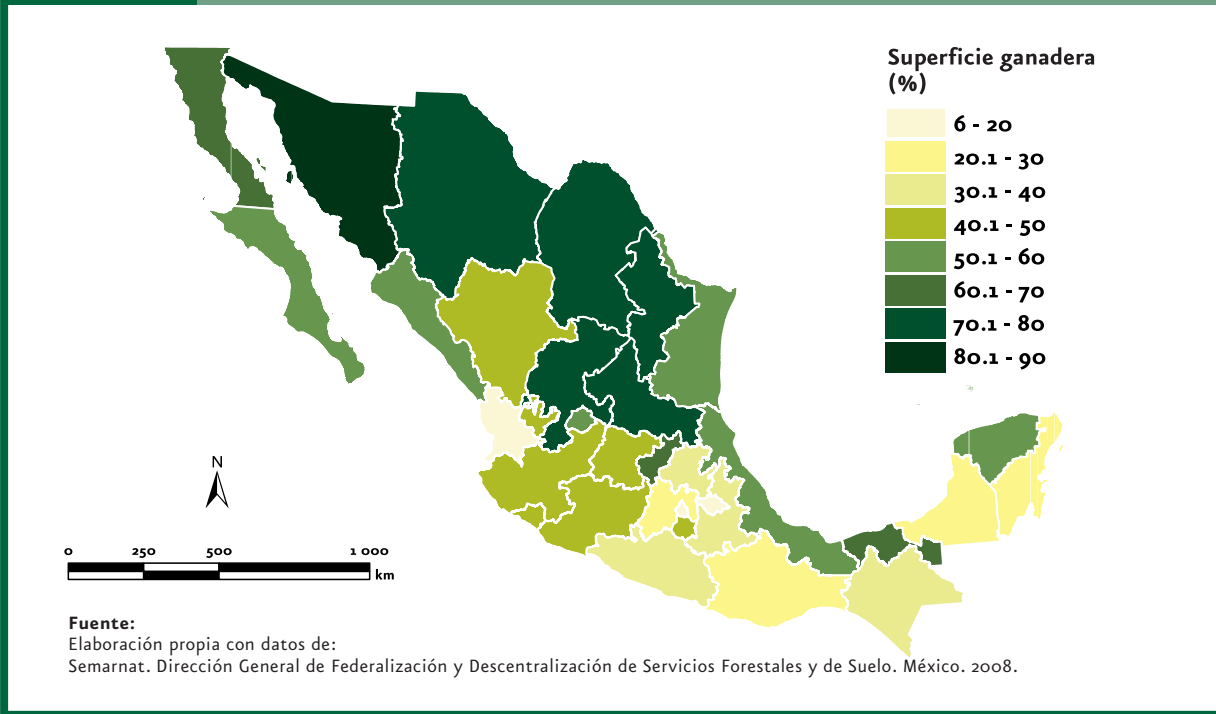
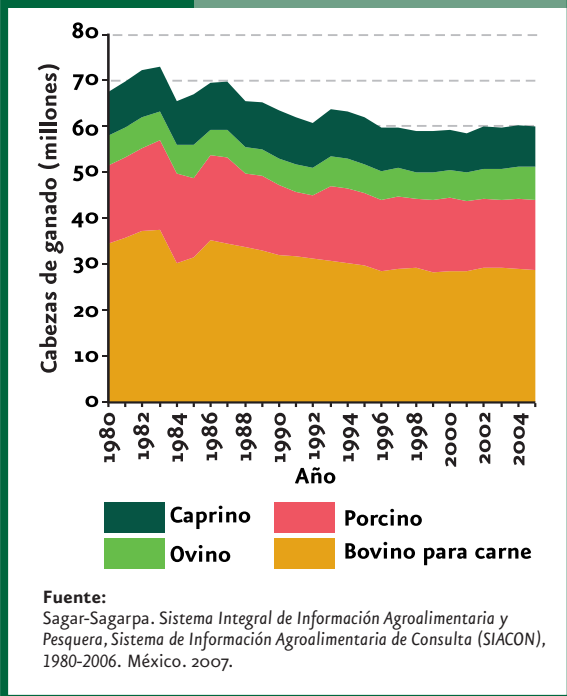


Figura 2.21

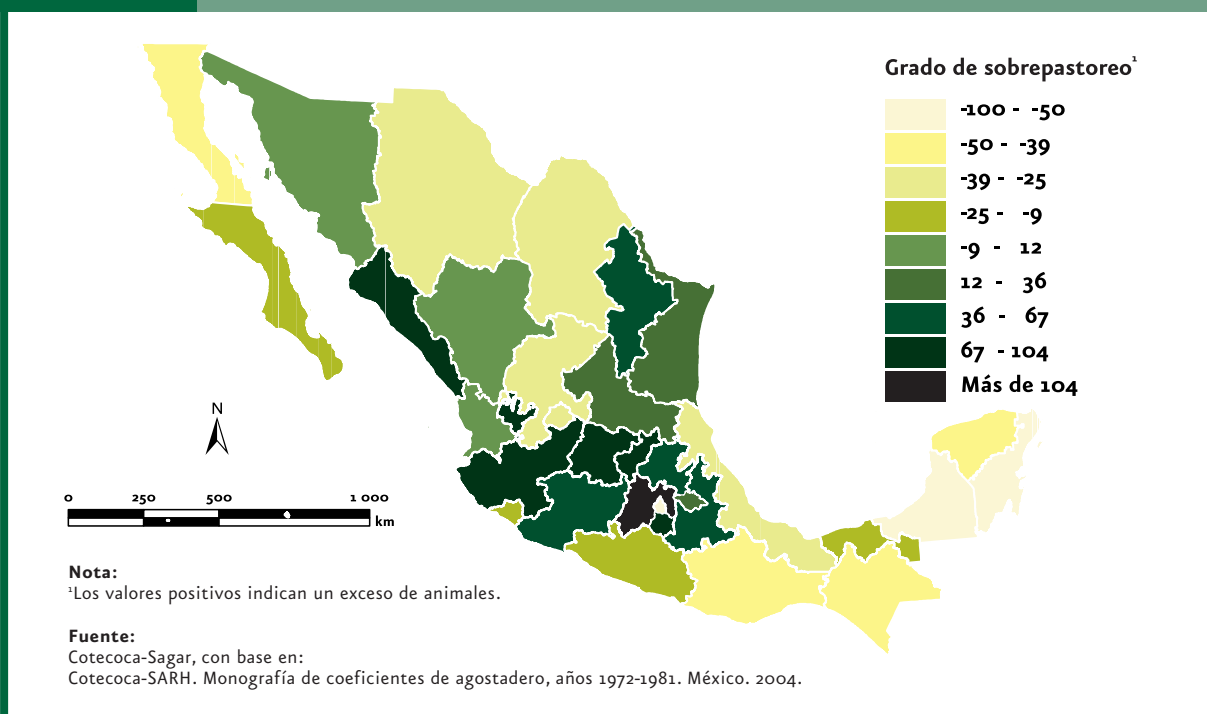
Población de ganado bovino, caprino, ovino y porcino en México, 1980 - 2005



muy pequeña, se trata del uso del suelo que más rápido está creciendo en algunas regiones. Para el año 2002, la superficie urbana en el país era de poco más de 1.25 millones de hectáreas, 0.6% 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 es pequeño, indirectamente afectan los usos del suelo de grandes extensiones para satisfacer sus necesidades de alimentos, madera, recreación y disposición de residuos (ver el capítulo de *Población* en su sección que trata acerca de la huella ecológica).

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

Mapa 2.10**Grado de sobrepastoreo por entidad federativa**

plantas y animales domesticados, esto no significa que haya dejado de depender de la vida silvestre. Una porción importante de la población, sobre todo la que se encuentra en situación de pobreza y que 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. plantaciones forestales o granjas piscícolas), sigue siendo muy común en los países en desarrollo que la mano del hombre no intervenga en la producción o crianza de estos organismos, 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 del país, es decir, de los recursos forestales maderables y no maderables de los bosques y las selvas. Esto responde básicamente a la existencia, calidad y disponibilidad de información.

Las selvas y bosques, como ya se ha mencionado, brindan muy diversos servicios ambientales a la sociedad, tales como la protección del suelo contra la erosión, el mantenimiento de su fertilidad, el abasto continuo en volumen y calidad del agua, la preservación de la biodiversidad y la estabilidad climática a niveles regional y global (Conabio, 1998; Matthews *et al.*, 2000; SCBD, 2001c; Groombridge y Jenkins, 2002). Las zonas forestales también sirven como espacios para la recreación y el turismo, la educación y el conocimiento científico, además del enorme valor cultural y espiritual que tienen para muchos grupos humanos en el mundo. 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, tablonés, vigas y materiales de empaque), papel, chapa, triplay y para la generación de energía, a través de la quema de leña (Semarnat, 2003). Por otro lado, se encuentran los productos no maderables, un conjunto vasto que incluye la tierra de monte,

resinas, fibras, ceras, frutos y plantas vivas, entre muchos otros (SCBD, 2001b; Semarnat, 2003).

Recursos forestales maderables

A escala mundial, la producción de madera se ha mantenido relativamente constante entre los años 1990 y 2005 con volúmenes alrededor de los 3 mil millones de metros cúbicos de madera (Figura 2.22). De este volumen, una fracción importante corresponde a leña: la FAO estimó en 2005 que el 67.5% de la producción global correspondía a este combustible. Las regiones más productivas en el 2005 fueron Norteamérica (con el 26% de la producción mundial), Europa (23%) y África (22%); en contraste, las regiones con menores volúmenes fueron Centroamérica (1.5% del total) y el Caribe (0.6%). A pesar de la estabilidad en los

valores de la producción mundial en ese periodo, todas las regiones mostraron tasas de producción anual negativas, a excepción de Oceanía, África y Centroamérica, que crecieron al 3.1, 2.3 y 2.6% anual, respectivamente.

A nivel de país, los mayores productores de madera en 2005 fueron Estados Unidos (18% de la producción global), Brasil (10%), Canadá (7%), la Federación Rusa (6%) y China (4%; Figura 2.23). Los países mencionados, en conjunto, contabilizaron el 45.5% de la producción mundial de madera de ese año. México contribuye con tan sólo el 0.2% de la producción mundial.

Las existencias maderables de un país dependen en gran medida de la extensión de sus bosques y selvas, aunque también de la cantidad de

Figura 2.22

Producción mundial de madera¹ según región, 1990 - 2005

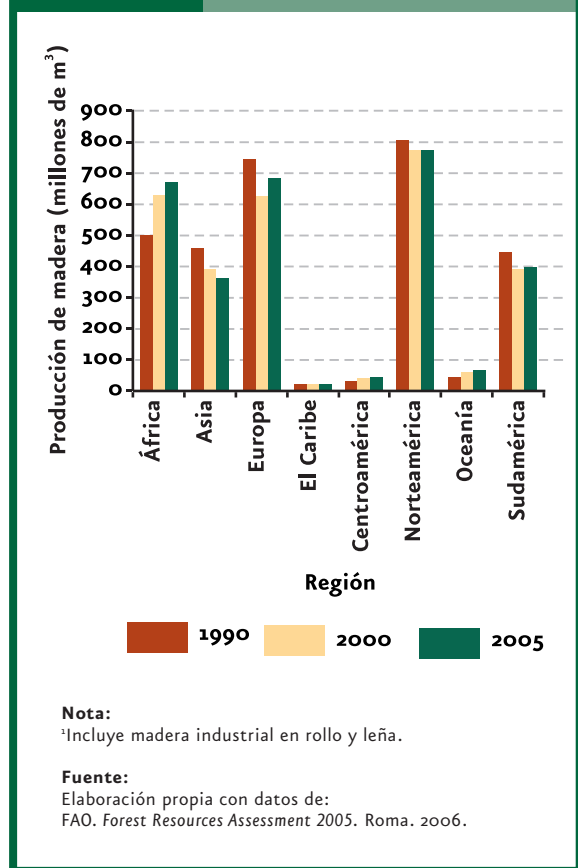
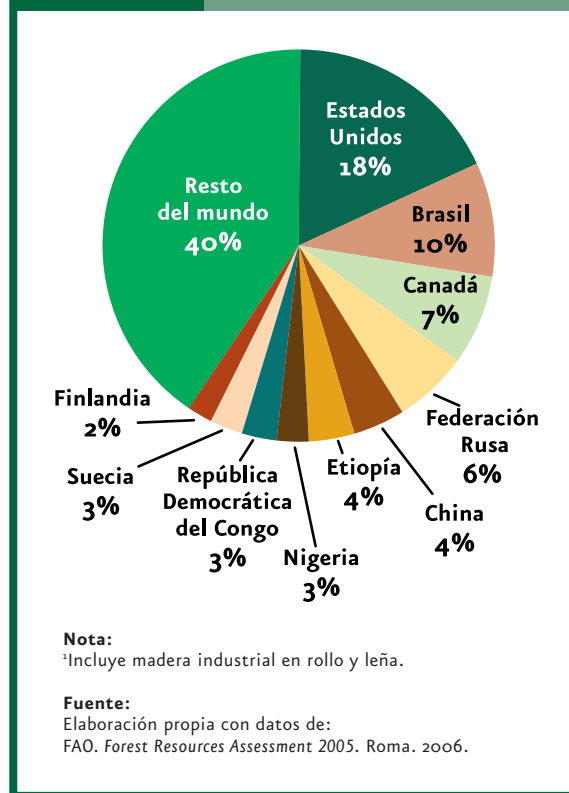


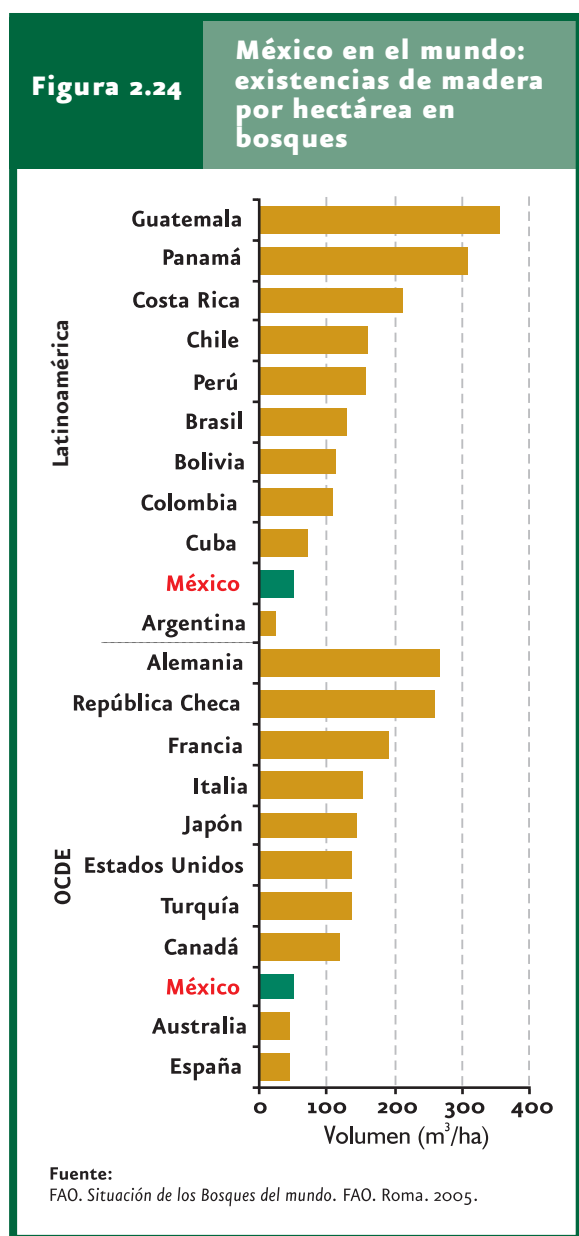
Figura 2.23

Contribución a la producción maderera¹ mundial, según país, 2005



madera que hay por unidad de superficie. Los países que tienen las mayores existencias de madera son la Federación Rusa, Brasil, Canadá y Estados Unidos. La cantidad de madera por hectárea varía dependiendo 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. En el caso particular de los bosques de México, se considera que se encuentran entre los más pobres tanto de los países que integran la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) como de América Latina (Figura 2.24).

Las tendencias mundiales señalan que los países en vías de desarrollo tienden a reducir sus existencias de madera debido a las elevadas tasas de deforestación, mientras que en los países industrializados crece cada vez más no sólo la extensión arbolada sino también la cantidad de madera a una tasa de un metro cúbico por hectárea al año. Se estima que la explotación maderera consume anualmente 0.86% de la existencia mundial de árboles en pie, cuyo volumen es de aproximadamente 386 mil millones de metros cúbicos.



En México se han realizado diversos trabajos para determinar las existencias de madera. A la fecha se han realizado cuatro inventarios nacionales, el último de los cuales, con resultados preliminares, se ha dado a conocer durante el 2008. Desafortunadamente, los resultados de los inventarios no son comparables entre sí, básicamente debido a las diferencias en la información base (algunos emplearon fotografías aéreas o imágenes satelitales), las escalas de trabajo (que van desde 1:250 000 hasta 1:1 000 000) y la clasificación empleada para la vegetación.

El primer inventario se realizó en el periodo 1961-1985, utilizando fotografías aéreas y efectuando muestreos de campo intensivos. Este inventario se concibió a través de inventarios estatales, y aunque existen memorias con sus resultados, no se elaboró una publicación formal que las integre. El Inventario Nacional Forestal de Gran Visión de 1991 fue el primero en contener información a escala nacional. Se produjo en 1991 con la información de campo del primer inventario y con otras fuentes sumamente detalladas que se formularon para estudios dasonómicos y planes de manejo integral. 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 la 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. Por primera vez, la información obtenida en este inventario pudo emplearse en Sistemas de Información Geográfica.

El Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009 es la versión más reciente de los inventarios nacionales. Para este inventario se realizaron muestreos de campo directos, entre octubre de 2004 y noviembre de 2007, en más de 20 mil conglomerados (es decir, en parcelas de muestreo con cuatro sitios cada una), lo que equivaldría a más de 80 mil sitios distribuidos en todos los tipos de vegetación del país, en los cuales se tomaron datos forestales relevantes sobre el arbolado y el estrato arbustivo, así como distintos aspectos del suelo y del medio ambiente de cada uno de ellos.

Dos de los aspectos más destacables de este inventario son la calidad y la riqueza de la información que contiene. El adecuado diseño muestral del inventario ha hecho posible obtener

información estadística confiable respecto a los recursos forestales nacionales. Esta información abarca una gran diversidad de variables, entre las que destacan desde la densidad y altura del arbolado, hasta el volumen de madera en rollo y el incremento anual del volumen, todo ello a nivel de ecosistema y por tipo de formación. Algunos datos preliminares obtenidos del inventario pueden observarse en la Tabla 2.3.

Según los datos preliminares obtenidos a partir del inventario, entre 2004 y 2007 había en el país alrededor de 2 mil 236 millones de metros cúbicos de madera en rollo en pie en las selvas y bosques de país, todo ello en una superficie forestal de alrededor de 64.2 millones de hectáreas. Del total de madera, según el inventario, el mayor porcentaje está en los bosques templados (55.2% del total, es decir, alrededor de mil 234 millones de metros cúbicos) y el restante, en las selvas (44.8%, que equivale a cerca de mil millones de metros cúbicos).

Tabla 2.3

Existencias de madera, superficie forestal, densidad de árboles, cobertura, área basal y volumen de madera, según ecosistema y formación en México, 2004 - 2009¹

Ecosistema	Formación	Total existencias de madera en m ³ rollo en pie	Superficie (ha)	Densidad árboles/ha	Cobertura %/ha (error en %)	Área basal m ² /ha (error en %)	Volumen m ³ /ha (error en %)
Bosques	Coníferas	331 951 902	7 779 515	297	33.45 (2.08)	10.07 (2)	42.67 (2.9)
	Coníferas y latifoliadas	597 678 787	12 919 991	393	44.73 (1.13)	11.86 (0.96)	46.26 (1.51)
	Latifoliadas	304 539 817	12 828 130	295	36.51 (1.34)	8.18 (1.18)	23.74 (1.87)
Selvas	Selvas altas y medianas	698 855 371	14 484 049	610	52.49 (1.27)	12.67 (1.63)	48.25 (2.02)
	Selvas bajas	302 728 603	16 214 708	408	46.07 (1.91)	6.97 (1.89)	18.67 (2.48)
Total		2 235 754 480	64 226 394				

Nota: ¹Los datos mostrados en la tabla son preliminares.

Fuente:

Conafor, Inifap, INE e INEGI. *Inventario Nacional Forestal y de Suelos, 2004-2009*. México. 2006.

A nivel de formación, los depósitos más importantes de madera en rollo en el país -tanto en volumen total como por hectárea- son las selvas altas y medianas, con cerca del 31% del volumen total nacional (cerca de 699 millones de metros cúbicos), seguidas por los bosques de coníferas y latifoliadas (26.7%, 598 millones de metros cúbicos) y los bosques de coníferas (14.8%, alrededor de 332 millones de metros cúbicos). Con respecto al incremento promedio en el volumen de madera anual, es mayor en los bosques de coníferas, equivalente a 1.19 metros cúbicos en rollo en pie por hectárea, que en los bosques de latifoliadas, donde alcanza tan sólo un incremento promedio de 0.88 metros cúbicos en rollo en pie por hectárea.

La producción maderable anual entre 1986 y 2005 promedió una cifra cercana a los 7.8 millones de metros cúbicos en rollo; sin embargo, aunque la producción ha mostrado un comportamiento variable, puede observarse una tendencia a la reducción en la producción maderable (Figura 2.25; Cuadro D3_RFORESTA04_01). Los estados de Durango, Chihuahua y Michoacán son los que más contribuyen a la industria nacional (Mapa 2.11; Cuadro D3_RFORESTA04_01), la cual está basada sobre todo en madera de pinos y encinos; las maderas preciosas aportan poco al volumen de madera producido en el país. Las principales especies aprovechadas durante el periodo 1990-2003 fueron: el pino con 94.5 millones de metros cúbicos en rollo (81.5% de la producción del periodo) y el encino con 9.4 millones de metros cúbicos (8.1%; Figura 2.26; Cuadro D3_RFORESTA04_02).

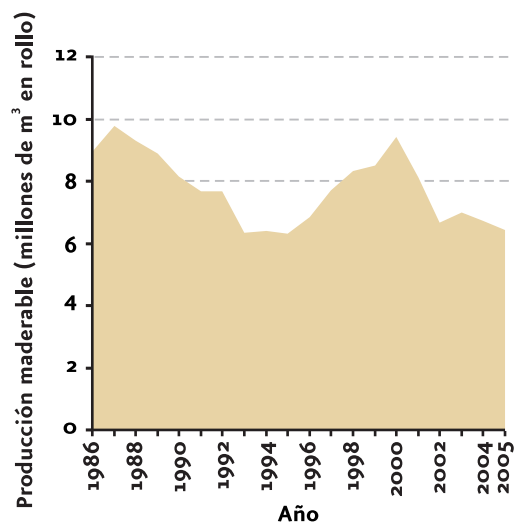
A diferencia de lo que ocurre en otros países, donde la creciente demanda de celulosa para la fabricación

De acuerdo con los resultados preliminares del Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009, entre 2004 y 2007 había en el país alrededor de 2 mil 236 millones de metros cúbicos de madera en rollo en pie en las selvas y bosques de país.

La producción nacional maderable entre 1986 y 2005 promedió una cifra cercana a los 7.8 millones de metros cúbicos en rollo anuales.

Figura 2.25

Producción maderable en México, 1986 - 2005



Fuentes:
Semarnat. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004. México. 2001, 2004, 2005 y 2006.
Semarnat. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1997, 1998 y 1999. México. 1992-2000.

de papel es el motor más importante detrás del aumento en la explotación maderera, en México las formas de uso que están creciendo más rápidamente son los durmientes (28% anual entre 1997 y 2005), el carbón (16.2%), la leña (2.1%) y la chapa y el triplay (1.6%), mientras que los celulósicos

y los postes, pilotes y morillos decrecieron en el mismo periodo (-8.1 y -10.7%, respectivo; Figura 2.27; Cuadro D3_RFORESTA04_03).

La mayor parte de la madera industrial en rollo se destina a la “escuadría” (esto es tablas, tablones y vigas), que consumió el 65% de la producción nacional entre 1997 y 2005, seguida del papel con 12.9% y la chapa y el triplay (4.3%; Figura 2.28;

Mapa 2.11

Producción maderable anual promedio por entidad federativa, 1990 - 2005

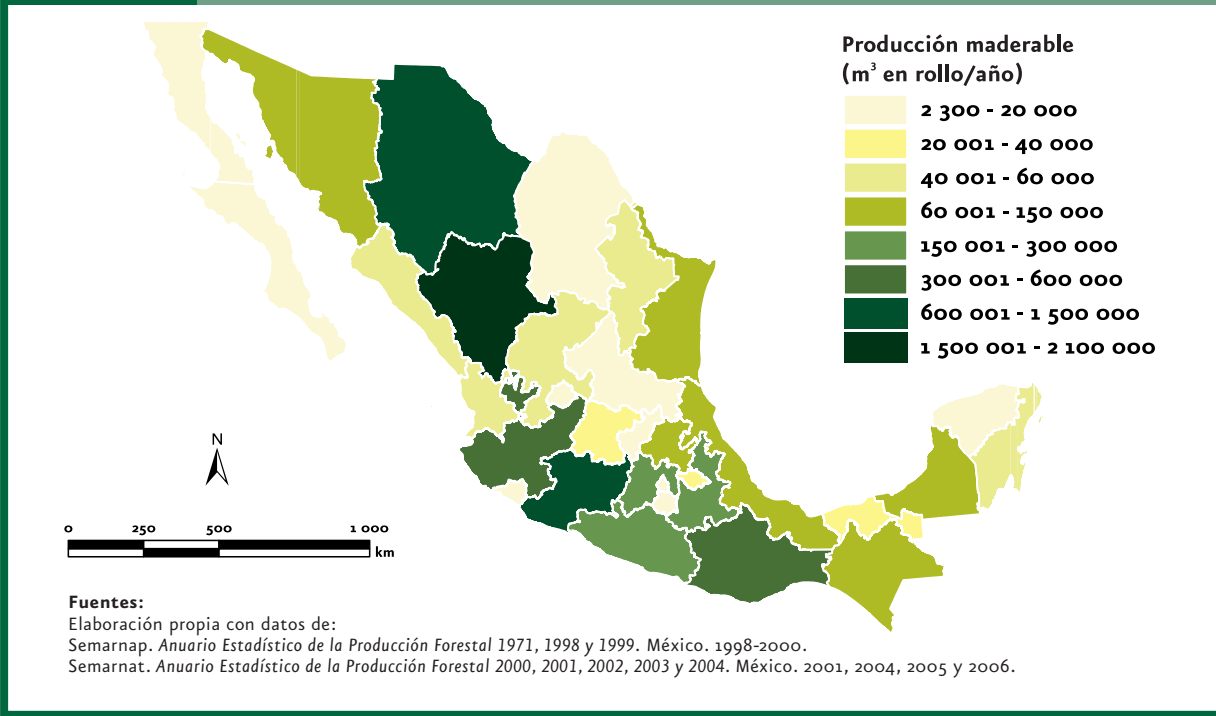


Figura 2.26

Producción maderable según especie, 1990 - 2005

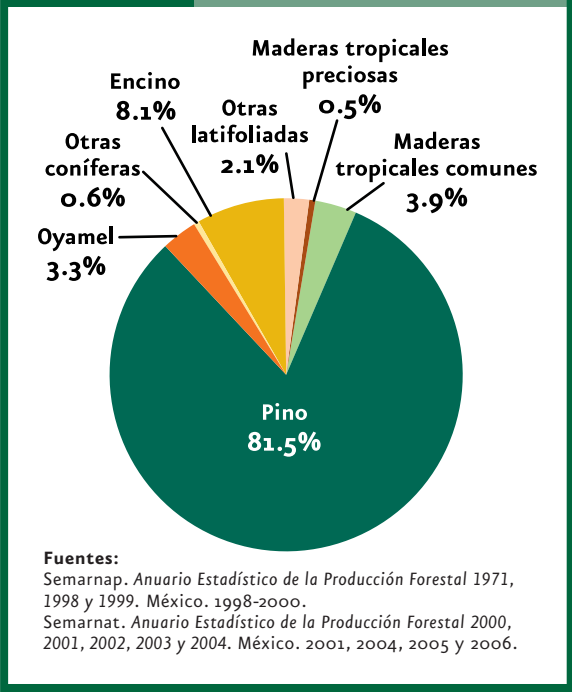


Figura 2.27

Tasa de cambio anual del volumen de madera empleado para distintos usos en México, 1997 - 2005

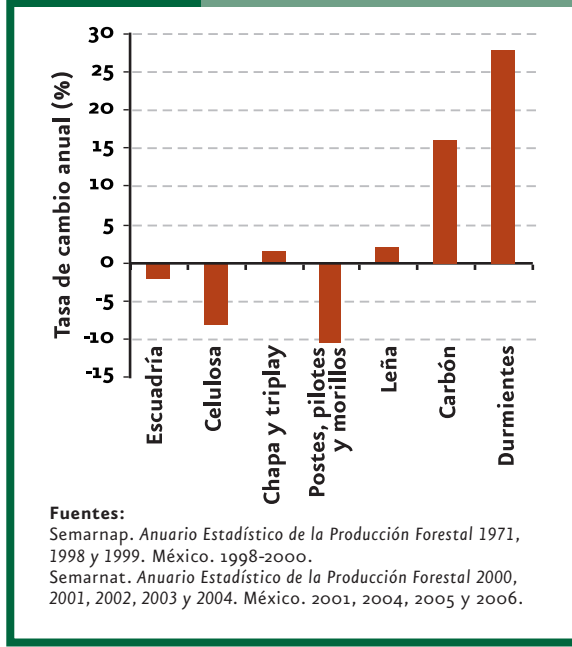
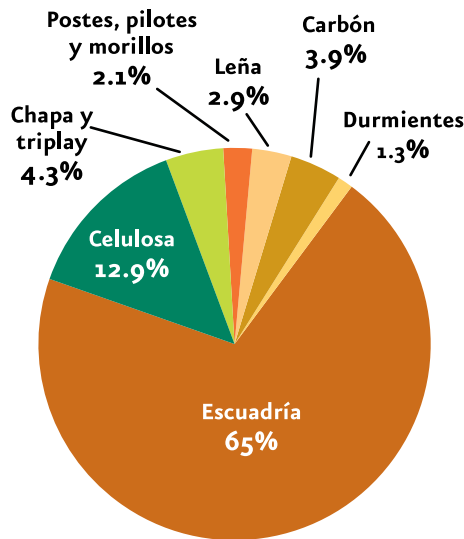


Figura 2.28

Principales usos de la madera en México, 1997 - 2005



Fuentes:
Semarnap. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1971, 1998 y 1999. México. 1998-2000.
Semarnat. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004. México. 2001, 2004, 2005 y 2006.

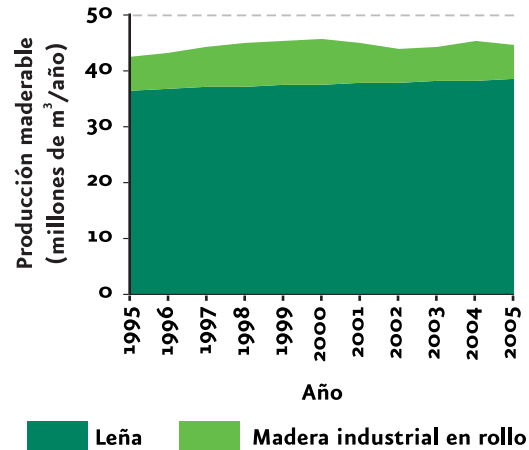
Cuadro D3_RFORESTA04_03). De acuerdo con estos datos, el uso de la madera como energético es mínimo en México, pues durante este periodo se empleó en promedio sólo 2.9% de la producción como leña y 3.9% como carbón. Estas cifras contrastan fuertemente con la estimación que realizó la FAO de alrededor de 38.4 millones de metros cúbicos (FAO, 2005), y que corresponderían a 86.2% de la producción nacional maderable, que habría sido de 44.6 millones de metros cúbicos en 2005 (Figura 2.29).

Es importante señalar que los datos de producción maderable no incluyen la cosecha en zonas áridas o en las orillas de los caminos, que es empleada fundamentalmente como combustible. Es muy probable que el factor que incide de

Según la FAO, la producción de leña en México podría alcanzar el 86.2% de la producción maderable nacional, con un valor de 38.4 millones de metros cúbicos por año.

Figura 2.29

Producción maderable según su empleo como leña o en la industria, 1995 - 2004



Fuente:
FAO. Bases de datos estadísticos de la FAO. Roma. 2008.
Disponible en: www.faostat.fao.org/faostat Fecha de consulta: 13-12-2008.

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 (principalmente de uso común) y es administrada 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 se está degradando la base de recursos naturales y la disponibilidad futura de los mismos. El Inventario Nacional Forestal y de Suelos 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 la información más reciente, el aumento anual de coníferas en México es

de aproximadamente 9.26 millones de metros cúbicos de madera en rollo, el cual es cerca de dos veces mayor a la producción registrada para estas especies en 2005. Si bien esto sugeriría que no se ha sobrepasado la capacidad de producción de nuestros bosques de coníferas, debemos recordar que la extracción no reportada por deforestación y consumo de leña es muy grande, lo que puede cambiar significativamente el panorama.

Independientemente de los efectos que tiene la extracción de leña y madera sobre la vegetación, la superficie forestal está disminuyendo y, de acuerdo con las tendencias actuales, se espera que los bosques primarios –los que más madera contienen– se reduzcan de manera considerable en las próximas décadas como se ha visto en secciones previas. Por sí mismo, esto revela el uso insostenible que se hace de los bosques nacionales.

El caso de las selvas es similar. En ellas la extracción se concentra en las especies de maderas preciosas. No existe información sobre el aumento anual de madera de este grupo, pero algunos datos nos pueden dar indicios sobre la insostenibilidad de su aprovechamiento. El sureste del país constituye la región de la cual proceden casi exclusivamente estas maderas. Para que una parcela recupere su cantidad de maderas preciosas, debe descansar por cerca de 50 años. Por lo tanto, la explotación sostenible de estos recursos requiere de grandes extensiones de selva que permitan aprovechar una parcela mientras se dejan en “descanso” o recuperación las otras 49.

Cuando vastas regiones de selva permanecieron despobladas, fue posible que se explotara la caoba de la región sureste con un esquema de ciclos de descanso de varias décadas. En la actualidad, la minifundización de las tierras que acompañó

a los programas de colonización de los trópicos de las décadas de los sesenta y setenta, impidió mantener estos ciclos de descanso, ocasionando que las plantas de caoba o cedro remanentes sean escasas y de talla reducida (Challenger, 1998; Cemda-Cespedes, 2002). Hoy, las maderas preciosas apenas representan medio punto porcentual de la producción maderable de México.

Aun cuando el aumento anual de coníferas en los bosques mexicanos es muy superior al volumen de producción, la extracción no reportada por deforestación y consumo de leña puede cambiar significativamente el panorama.

Recursos forestales no maderables

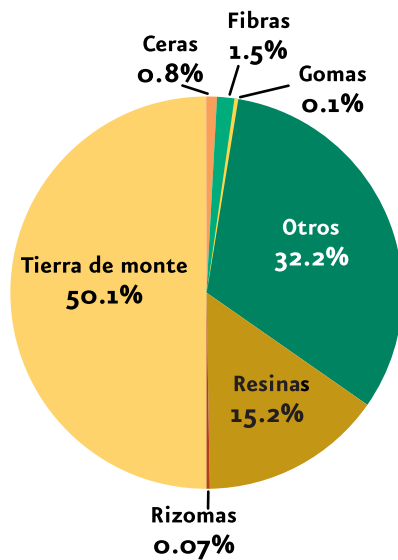
Los productos forestales no maderables (PFNM) reciben muy poca atención en comparación con los recursos maderables. Sin embargo, comprenden una importante variedad de

productos medicinales, alimenticios, materiales para la construcción, resinas, gomas, tintes, ceras, esencias y aceites, entre otros. En general, estos productos 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 obligación de reportar su extracción. Por ello, los valores reportados para estos productos 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.

Los PFNM que se aprovechan en mayor cantidad en México, y que generalmente se extraen de los bosques de coníferas, son la tierra de monte y las resinas; muestra de ello es que del volumen total de PFNM obtenido entre 1990 y 2005, cerca del 50% correspondió a la tierra de monte y 15.2% a las resinas (Figura 2.30; [Cuadro D3_](#)

Figura 2.30

Producción forestal no maderable según producto, 1990 - 2005



Fuentes:
 Semarnap. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1971, 1998 y 1999. México. 1998-2000.
 Semarnat. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004. México. 2001, 2004, 2005 y 2006.

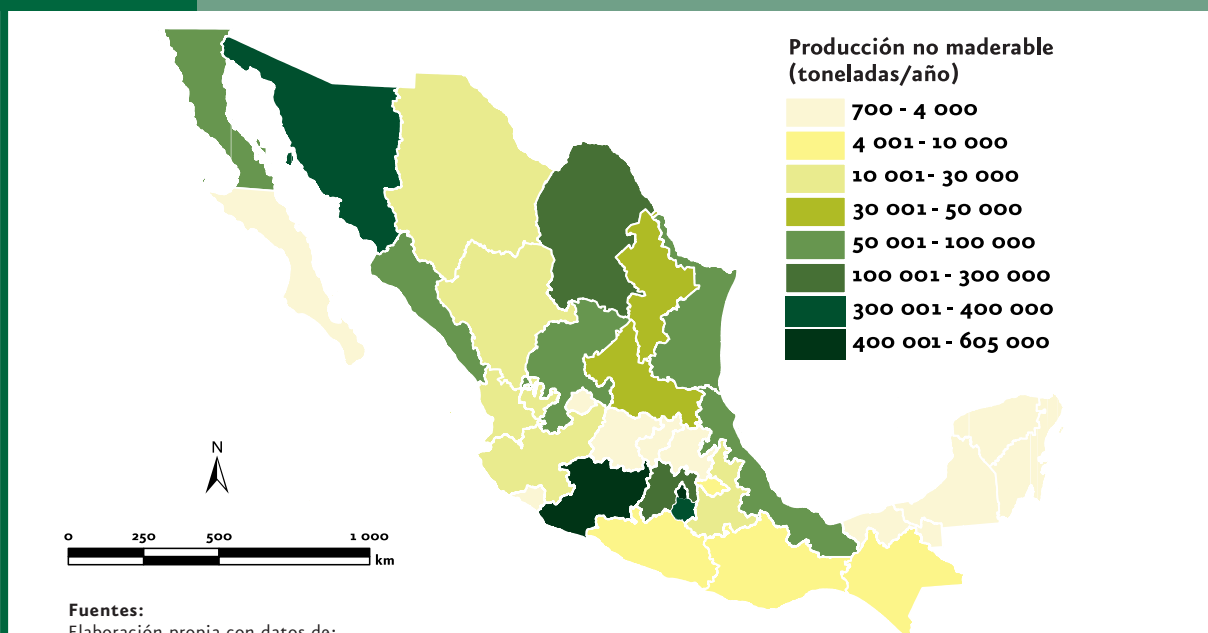
RFORESTA04_05). Si bien las fibras y las ceras no son los productos más importantes en cuanto a volumen de producción (en conjunto sumaron tan sólo 2.3% del volumen de PFNM del periodo), representan el sustento de cientos de las familias más pobres del país. Generalmente se producen en zonas áridas y semiáridas a partir de plantas de la familia de las agaváceas, bromeliáceas y euforbiáceas. Esta distribución geográfica diferencial de los productos no maderables se refleja en que los estados de las zonas serranas (productores de resinas, como Michoacán) y de las zonas áridas (como Baja California, Zacatecas y Tamaulipas) se encuentren entre los primeros lugares en producción (Mapa 2.12; Cuadro D3_RFORESTA04_04).

Los PFNM que se aprovechan en mayor cantidad en México son la tierra de monte y las resinas.

Si consideramos como referencia las más de 25 mil especies de plantas superiores que se encuentran en

Mapa 2.12

Producción no maderable por entidad federativa, 1990 - 2005



Fuentes:
 Elaboración propia con datos de:
 Semarnap. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1971, 1998 y 1999. México. 1998-2000.
 Semarnat. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004. México. 2001, 2004, 2005 y 2006.

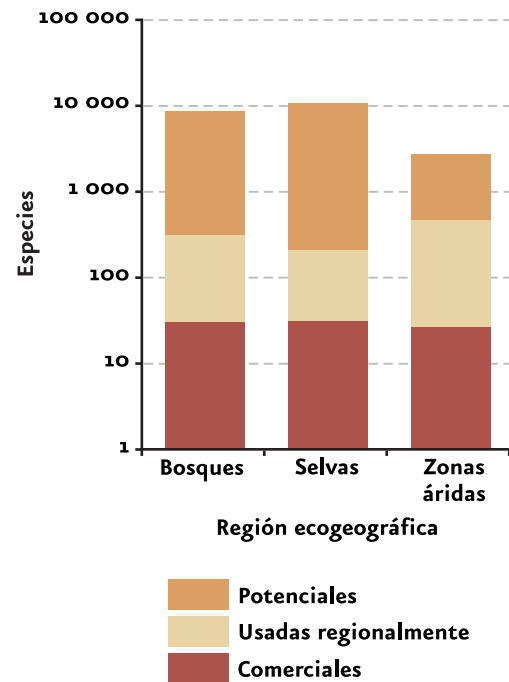
nuestro país, el número de ellas que se utilizan es muy reducido, ya que no llegan a 100 las que se explotan comercialmente y menos de un millar tienen aprovechamiento regional (Figura 2.31; Cuadro D3_RFORESTA04_06).

A pesar de que la extracción de PFSM parece ir en aumento, la razón no es una mayor diversificación de productos-los mismos rubros siguen contribuyendo al total en proporciones relativamente semejantes-, sino a una mayor intensidad de explotación de los productos ya utilizados, lo que puede conducir a su sobreexplotación y escasez en el futuro (Figura 2.32; Cuadro D3_RFORESTA04_04). Un efecto colateral de esta concentración en unos pocos productos es el que la economía de las personas y comunidades que dependen de ellas se torne más vulnerable a las fluctuaciones del mercado, lo que ocasionaría que los precios de estos productos se desplomen, dejando a los productores en una situación muy comprometida; situación que ya les ha ocurrido en el pasado, por ejemplo, a los productores de cera de candelilla, chicle y barbasco.

Además de su potencial económico, se ha sugerido que incentivar el uso de los PFSM puede ser una excelente alternativa para la conservación de la

Figura 2.31

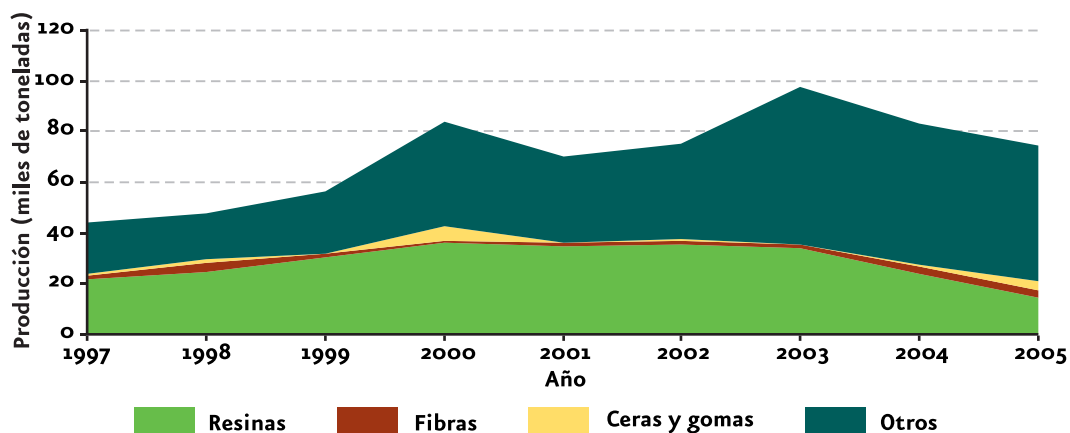
Especies aprovechadas o con potencial de aprovechamiento según región ecogeográfica



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

Figura 2.32

Producción forestal no maderable, 1997 - 2005



Fuentes: Semarnap. *Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1971, 1998 y 1999*. México. 1998-2000. Semarnat. *Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004*. México. 2001, 2004, 2005 y 2006.

vegetación natural donde se encuentran, ya que para su permanencia requieren de cierto grado de conservación de los ecosistemas. En algunos países de América Latina, incluido México, ya se han establecido “reservas extractivas”, que son porciones de selva protegidas por las comunidades rurales, de las que se extraen bienes comerciales, tales como mariposas que se venden a coleccionistas de todo el mundo. Si bien en lo inmediato las reservas extractivas han frenado la deforestación, en varios casos se ha observado que la constante perturbación que causan las actividades humanas ha perjudicado la vida silvestre, por lo que es necesario mejorar este modelo productivo para que sea realmente sostenible.

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 a lo largo y ancho del territorio. 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 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 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, inundaciones 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, las cuales pueden resultar en fenómenos sociales negativos para la sociedad en su conjunto. En este sentido, es claro que el desarrollo de la sociedad ha dependido -y lo seguirá haciendo- del continuo y adecuado aprovisionamiento de los servicios ambientales que le prestan los ecosistemas, el cual está inevitablemente ligado a su integridad y funcionamiento.

Frente a este panorama, es evidente la necesidad de poner en marcha, desde el gobierno federal, todas aquellas estrategias que permitan garantizar la permanencia del capital natural nacional, en forma de sus ecosistemas naturales y del abastecimiento continuo de sus servicios ambientales. En general, son tres las líneas dentro de las cuales pueden agruparse a los programas y acciones federales que se han encaminado para cumplir estos propósitos.

En primer lugar están los instrumentos que buscan proteger y detener la pérdida de la superficie remanente de los ecosistemas naturales en el país, con lo cual, además de salvaguardar a ecosistemas y especies representativas de la

biodiversidad nacional, se conservan los servicios ambientales tan importantes para el país. Dentro de ella 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-, 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 ha sido 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 aquéllos 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 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, otra parte importante de los esfuerzos ha sido destinada a las acciones que intentan, por un lado, revertir la pérdida de la vegetación natural, básicamente a través de la reforestación;

y por otro, detener la amenaza que constituyen, principalmente para los ecosistemas forestales, los incendios forestales y las enfermedades y plagas que los atacan.

Debe mencionarse que existen otros instrumentos que también han servido, de manera indirecta para la protección de los ecosistemas terrestres del país: los ordenamientos ecológicos del territorio y las evaluaciones del 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 el 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 y asegurar la protección de zonas naturales con poca o nula influencia y perturbación humanas, 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 (ANP), los humedales de la Convención Ramsar y los programas de pago por servicios ambientales (PSA). En conjunto, estos instrumentos protegían, a diciembre de 2008, alrededor de 22.2 millones de hectáreas⁴, lo que equivale aproximadamente al 11.3% de la superficie nacional continental (Figura 2.33).

⁴Esta cifra no incluye la superficie de los humedales terrestres de la Convención Ramsar dentro de las áreas naturales protegidas.

Recuadro

ProÁrbol: conservación, recuperación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas terrestres de México

El ProÁrbol es el principal programa de apoyo al sector forestal de la actual administración federal. Integra el eje fundamental de las actividades de la institución en torno al objetivo de impulsar el desarrollo forestal, prioritariamente en los municipios con mayor índice de marginación. El ProÁrbol está dirigido principalmente a las comunidades y ejidos forestales, a quienes proporciona apoyos económicos en efectivo, en especie, en forma de empleo rural y en capacitación y asistencia técnica. Sus objetivos principales son:

- Disminuir los índices de pobreza y marginación en áreas forestales, esto mediante el estímulo al manejo y uso adecuado de sus recursos naturales;
- Generar desarrollo y expansión económica a partir de la valoración, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos de los bosques, selvas y la vegetación de las zonas áridas; e
- Impulsar la planeación y organización forestal, elevar la producción y productividad

de los recursos forestales, su conservación y restauración, así como elevar el nivel de competitividad del sector para contribuir a mejorar la calidad de vida de los mexicanos.

Sus principales líneas de acción son: 1) la Planeación y Organización Forestal, que incluye los estudios regionales forestales, los programas de manejo forestal y el ordenamiento y organización forestal; 2) la de producción y productividad, dentro de la que destacan el cultivo forestal, la diversificación del uso de los terrenos forestales y las plantaciones forestales comerciales; 3) la conservación y restauración forestal, que incluye la reforestación, la restauración de suelos, la prevención y combate de incendios forestales, las acciones de sanidad forestal y los programas de servicios ambientales; y 4) la que busca elevar el nivel de la competitividad, que trabaja en aspectos de equipamiento e infraestructura, desarrollo de la cadena productiva forestal, las auditorías técnicas preventivas y la certificación forestal, y las actividades de capacitación y adiestramiento.

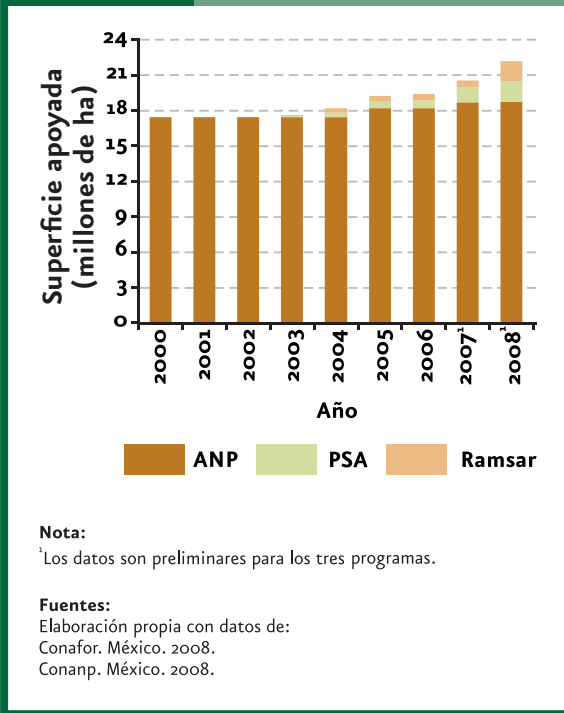
Las áreas naturales protegidas constituyen una de las estrategias más utilizadas internacionalmente para mantener la integridad de los ecosistemas. Estas áreas son superficies representativas de diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido alterado significativamente por la actividad humana, las cuales proporcionan

Los instrumentos encaminados a la conservación de los ecosistemas terrestres nacionales -las ANP, los humedales Ramsar y los PSA-cubrieron, hasta diciembre de 2008, cerca de 22.2 millones de hectáreas, es decir, 11.3% de la superficie terrestre nacional.

además servicios ambientales de diversos tipos, y que incluso pueden albergar recursos naturales importantes o especies de importancia ecológica, económica y/o cultural. En México, el crecimiento de la superficie protegida de ecosistemas terrestres por ANP federales ha sido importante: pasó de 15.5 millones a 18.7 millones

Figura 2.33

Superficie nacional apoyada con programas con enfoque de conservación de los ecosistemas, 2000 - 2008



de hectáreas entre 1994 y el año 2008, lo que representa, para este último año, alrededor del 9.5% 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 2008 corresponde al 80.6% de la superficie total incluida en este instrumento, ya que el restante 19.4% (4.5 millones de hectáreas) corresponde a zonas marinas (para mayores detalles ver el capítulo de *Biodiversidad*). En las ANP terrestres federales los ecosistemas mayormente representados son los matorrales xerófilos (cerca de 6.8 millones de hectáreas, 37.7% de la superficie terrestre protegida), los bosques templados (3.3 millones de hectáreas, 18.5%) y las selvas subhúmedas y

Las ANP federales terrestres protegían, a diciembre de 2008, 18.7 millones de hectáreas, mayormente de matorrales xerófilos, bosques templados y selvas subhúmedas y húmedas.

húmedas (3.1 millones de hectáreas en conjunto, 8.8 y 8.2%, respectivamente). Mayores detalles acerca de este instrumento pueden consultarse en el capítulo de *Biodiversidad* en su sección de **Protección de la biodiversidad**. No debe olvidarse mencionar que, 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 de los ecosistemas terrestres.

México también participa dentro 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 aquéllos de importancia internacional en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos. A diciembre de 2008, México había inscrito 112 sitios a la Convención, los cuales ocupaban alrededor de 8.5 millones de hectáreas. En el territorio continental del país están registrados 94 humedales Ramsar, con una superficie de alrededor de 3.15 millones de hectáreas, que protegen, entre otros ecosistemas, manglares, ciénegas, lagunas y desembocaduras de ríos. De ellos, 46 humedales están incluidos, total o parcialmente, dentro de las ANP -con una superficie de 1.45 millones de hectáreas- mientras que los restantes 48 quedan excluidos de las áreas protegidas (con un área de cerca de 1.7 millones de hectáreas). Otros detalles de los humedales de la Convención Ramsar, ver el capítulo de *Agua*.

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 receptores de los servicios ambientales paguen por ellos a sus proveedores, es decir, a los poseedores de los terrenos que sustentan a los ecosistemas que los producen. Esta estrategia pretende cambiar en la



práctica la vieja concepción de los servicios ambientales como servicios “gratuitos” de los ecosistemas, tratando de incentivar su protección y evitando el cambio del uso del suelo. En su mayoría, estas estrategias han estado dirigidas, 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 en este sentido fue el inicio, en el año 2003, del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH), a cargo de la Comisión Nacional Forestal (Conafor) y el cual forma parte importante, a partir de la presente administración, 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 se inició en el año 2004. Promueve el acceso de los propietarios de terrenos forestales a los mercados nacionales

En 2008, los humedales Ramsar continentales protegían 3.15 millones de hectáreas, de las cuales 1.45 millones estaban incluidas dentro de las ANP federales y 1.7 millones fuera de ellas.

Los programas de Pagos de Servicios Ambientales cubrieron, a diciembre de 2008, poco menos de 1.8 millones de hectáreas, protegiendo principalmente bosques templados, mesófilos de montaña y selvas.

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

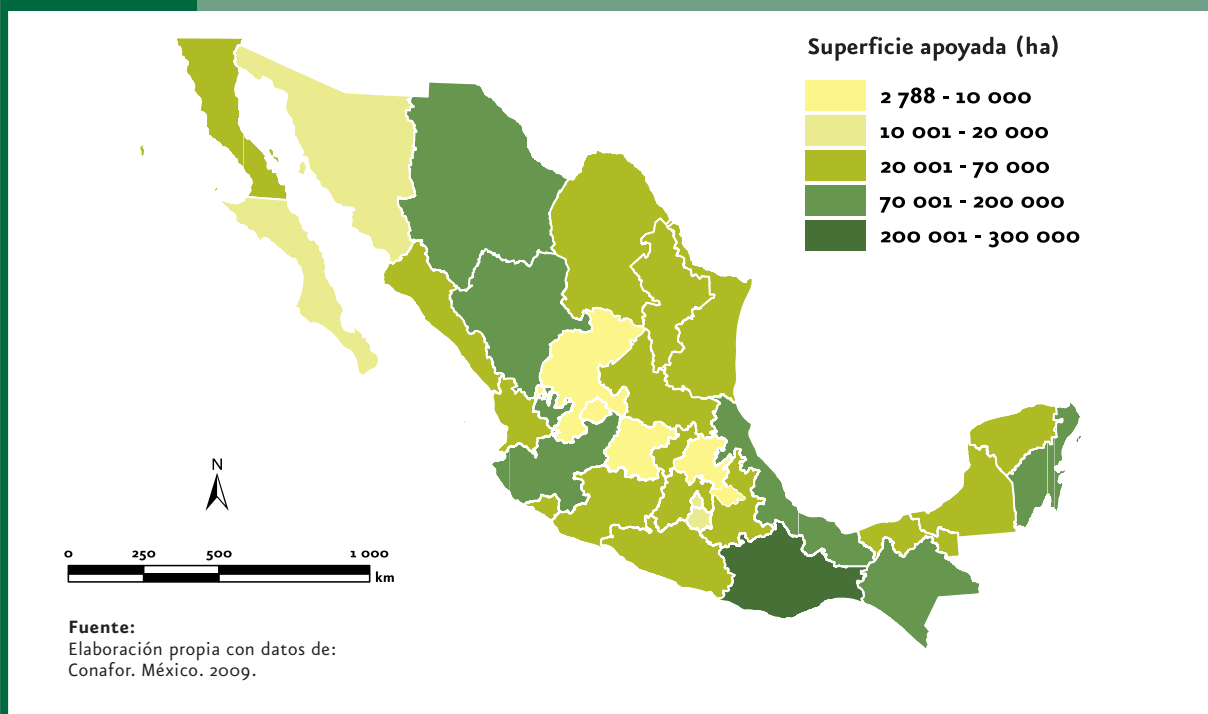
a realizar las acciones destinadas a mantener o mejorar la provisión de los servicios ambientales de interés (mitigación del cambio climático, conservación de la biodiversidad). En conjunto, la superficie beneficiada –principalmente de bosques templados, mesófilos de montaña y selvas- por los programas de pagos por servicios ambientales (PSAH y PSA-CABSA) alcanzaron, según cifras preliminares a diciembre de 2008, poco menos de 1.8 millones de hectáreas, de las cuales 1.5 millones (84% de la superficie conjunta de ambos programas) pertenecen al PSAH y las restantes 280 mil hectáreas (16%) al PSA-CABSA. La superficie estatal apoyada por los programas de servicios ambientales entre 2003 y 2008 se muestra en el Mapa 2.13.

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, ignorándose 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

Mapa 2.13

Superficie apoyada por los Programas de Servicios Ambientales por entidad federativa, 2003 - 2008



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 permitan su aprovechamiento en el largo plazo.

Con el fin de lograr el aprovechamiento de la vida silvestre nacional bajo criterios de sustentabilidad, se han diseñado e implementado diversos instrumentos que pueden agruparse en dos ejes principales: el encaminado al manejo de la vida silvestre que no involucra necesariamente especies de importancia forestal, sino otras, por ejemplo, de

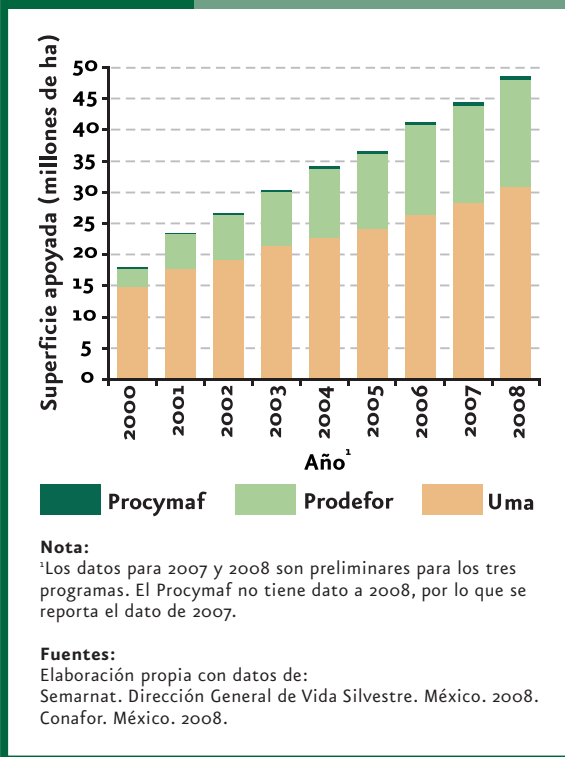
Los instrumentos dirigidos al uso sustentable de los recursos naturales de los ecosistemas terrestres nacionales -las Uma, el Prodefor y el Procymaf- cubrían, hasta diciembre de 2008, cerca de 49.5 millones de hectáreas, una superficie equivalente al 25.2% de la superficie terrestre nacional.

interés cinegético u ornamental -representado por el Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (Suma)-; 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, integrado por el 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 2008, una superficie total cercana a las 49.5 millones de hectáreas (Figura 2.34), lo que equivale

Figura 2.34

Superficie nacional apoyada con programas con enfoque de uso sustentable de los ecosistemas, 2000 - 2008



al 25.2% de la superficie continental del país. De la superficie beneficiada a 2008, el 62.4% pertenecía a las Uma (alrededor de 30.9 millones de hectáreas), 36.6% al Prodefor (18.1 millones de hectáreas) y el restante 0.9% (cerca de 468 mil hectáreas) al Procymaf.

El Sistema de Unidades de Manejo de la Vida Silvestre (Suma) fue establecido en 1997 y es coordinado por la Semarnat a través de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS). Busca el aprovechamiento de la vida silvestre de forma legal y viable, a la vez que promueve esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado del ambiente, por medio del uso racional,

A diciembre de 2008, las Uma se extendían en alrededor de 30.9 millones de hectáreas, principalmente en el norte del país en matorrales xerófilos, pastizales y bosques templados.

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 conserva colateralmente el hábitat de las especies objetivo -necesario para mantener el buen estado de las poblaciones explotadas-, así como los servicios ambientales que generan. A la fecha, 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.

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, la conservación de los hábitats de las especies de interés y un mayor conocimiento de sus especies, hábitat y ecosistemas. 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 el capítulo de *Biodiversidad* en su sección de *Protección de la biodiversidad nacional*.

Antes de detallar los instrumentos establecidos para impulsar el desarrollo forestal sustentable en el país, debe decirse que un paso importante para su desarrollo fue la creación de la Conafor en 2001. Su misión ha sido instrumentar una política que haga realidad el desarrollo forestal sustentable, con base en la participación social y de los tres órdenes de gobierno. La creación de la Conafor llevó a su vez, a la formulación de una nueva Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable (aprobada en febrero de 2003), que tiene entre sus objetivos principales contribuir al desarrollo

social, económico, ecológico y ambiental del país; impulsar la silvicultura y el aprovechamiento de los recursos forestales; desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger la biodiversidad de los bosques, respetando, en todos los casos, el derecho al uso y disfrute de las comunidades indígenas.

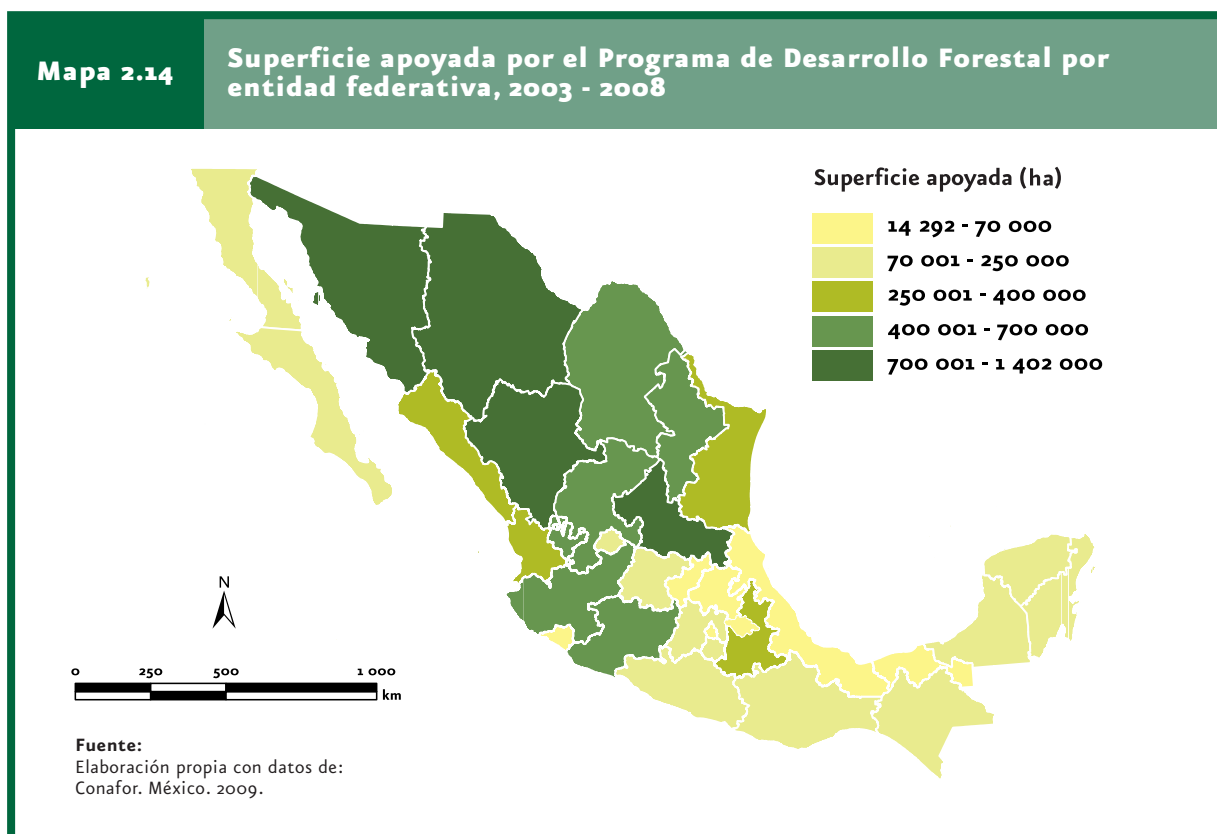
El Programa de Desarrollo Forestal (Prodefor), iniciado en 1997 y coordinado por la Conafor dentro de ProÁrbol, procura impulsar la productividad y la diversificación en el uso de los ecosistemas forestales, así como el desarrollo de la cadena productiva forestal, todo a través del otorgamiento de apoyos económicos a los poseedores de los terrenos forestales donde se realiza el aprovechamiento, los cuales pueden ser ejidos, comunidades y pequeños propietarios. Este programa se coordina en

El Prodefor cubría, a diciembre de 2008, cerca de 18.1 millones de hectáreas, principalmente de matorrales xerófilos, bosques templados y selvas.

cooperación con los gobiernos de los estados. El Prodefor ha crecido significativamente desde su creación: pasó de 3 millones de hectáreas apoyadas para su incorporación en el periodo 1997-2000, a 18.1 millones en 2008 -según cifras preliminares para este último año-, lo cual significa un incremento promedio anual de alrededor de 1.4 millones de hectáreas. 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 2008 se muestra en el Mapa 2.14.

Por su parte, el Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (Procymaf II) persigue 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 el año 2003, este programa benefició poco menos de 272 mil hectáreas, a las cuales se han acumulado cerca de 196 mil hasta el año 2007.

Recuperación de los ecosistemas terrestres

Ante la significativa pérdida y alteración de los ecosistemas naturales del país, fue indispensable, desde tiempo atrás, 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 aquellas en las que los ecosistemas naturales hubiesen desaparecido. Las principales estrategias dentro de esta línea han sido tradicionalmente la reforestación, el impulso al establecimiento de plantaciones forestales, 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, es sabido que pueden contribuir a detener la degradación ambiental y mantener ciertos servicios

Los instrumentos de recuperación de los ecosistemas terrestres nacionales -el Procoref, en sus acciones de reforestación, conservación y restauración de suelos forestales y sanidad forestal, y el Prodeplan- atendieron, hasta diciembre de 2008, cerca de 4.2 millones de hectáreas, es decir, 2.2% de la superficie terrestre nacional.

ambientales básicos, como son la recarga de los acuíferos o 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.

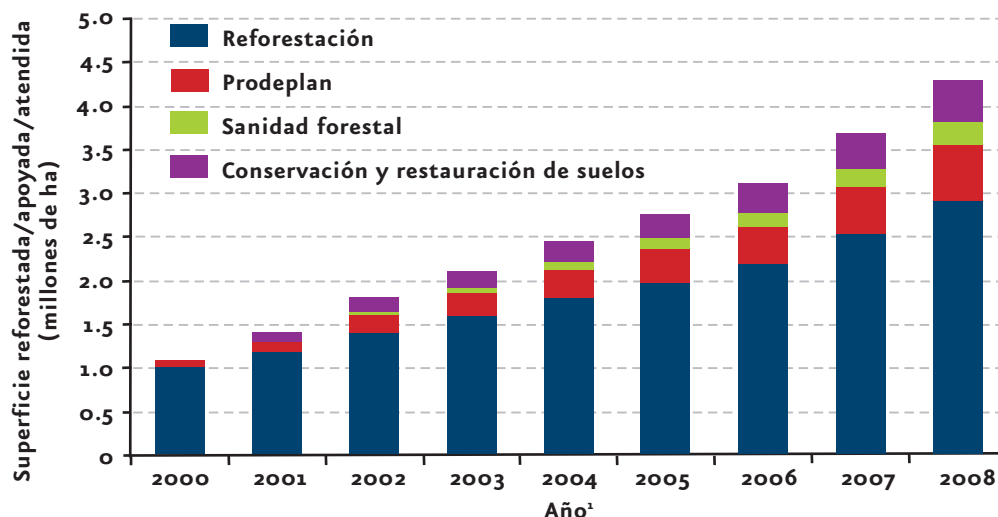
Los programas de recuperación de los ecosistemas terrestres implementados en el país incluyen al Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales (Procoref, dentro del cual están los esfuerzos del Programa de Reforestación, las acciones de conservación y restauración de suelos forestales, 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 2008, según datos preliminares, ascendió a 4.2 millones de hectáreas, de la cual 68.8% correspondió a los esfuerzos de reforestación (cerca de 2.9 millones de hectáreas), 6.1% a las labores de sanidad forestal (alrededor de 258 mil hectáreas), 10.9% a la conservación y restauración de suelos forestales (cerca de 461 mil hectáreas) y 14.3% a las plantaciones forestales (alrededor de 650 mil hectáreas; Figura 2.35). En

total, la superficie atendida por estos instrumentos hasta 2008 ascendió al 2.2% de la superficie terrestre nacional.

Una estrategia adoptada por el Gobierno Federal para detener y revertir el deterioro de la cubierta forestal del país ha sido la reforestación. Aunque la reforestación se ha realizado

Figura 2.35

Superficie nacional apoyada con programas con enfoque de recuperación de los ecosistemas, 2000-2008



Nota:
¹Los datos para 2007 y 2008 son preliminares para los cuatro programas.

Fuente:
 Elaboración propia con datos de:
 Conafor. México. 2008.

en el país desde hace muchos años, los esfuerzos no dieron los resultados esperados. Entre las razones de esta ineficiencia pueden señalarse: i) información insuficiente y empleo de criterios no ambientales para la siembra de las plantas, ii) selección de especies inapropiadas para los sitios a reforestar, y iii) falta de seguimiento a la siembra de los árboles, con la posterior muerte de una gran proporción de lo sembrado. Independientemente de la causa, el resultado final fue que los programas de reforestación contribuyeron en muy poco a la recuperación de la cubierta forestal del país.

En 1995 se creó el Programa Nacional de Reforestación (Pronare), con objeto de resolver dichos problemas a través de una reforestación apropiada en sitios estratégicos. En 2001 fue transferido a la Conafor y forma parte actualmente,

como Programa de Reforestación, del Procoref. En la actualidad, las labores de reforestación se realizan principalmente en áreas forestales perturbadas, principalmente en aquellas 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 intenta 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 agaves⁵, nopales, mezquites, sotoles y pinos piñoneros.

La superficie reforestada en el país ha seguido una tendencia creciente desde principios de los

⁵Aunque los agaves, nopales y otras especies de suculentas de las zonas áridas y semiáridas no son árboles, son las más 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.

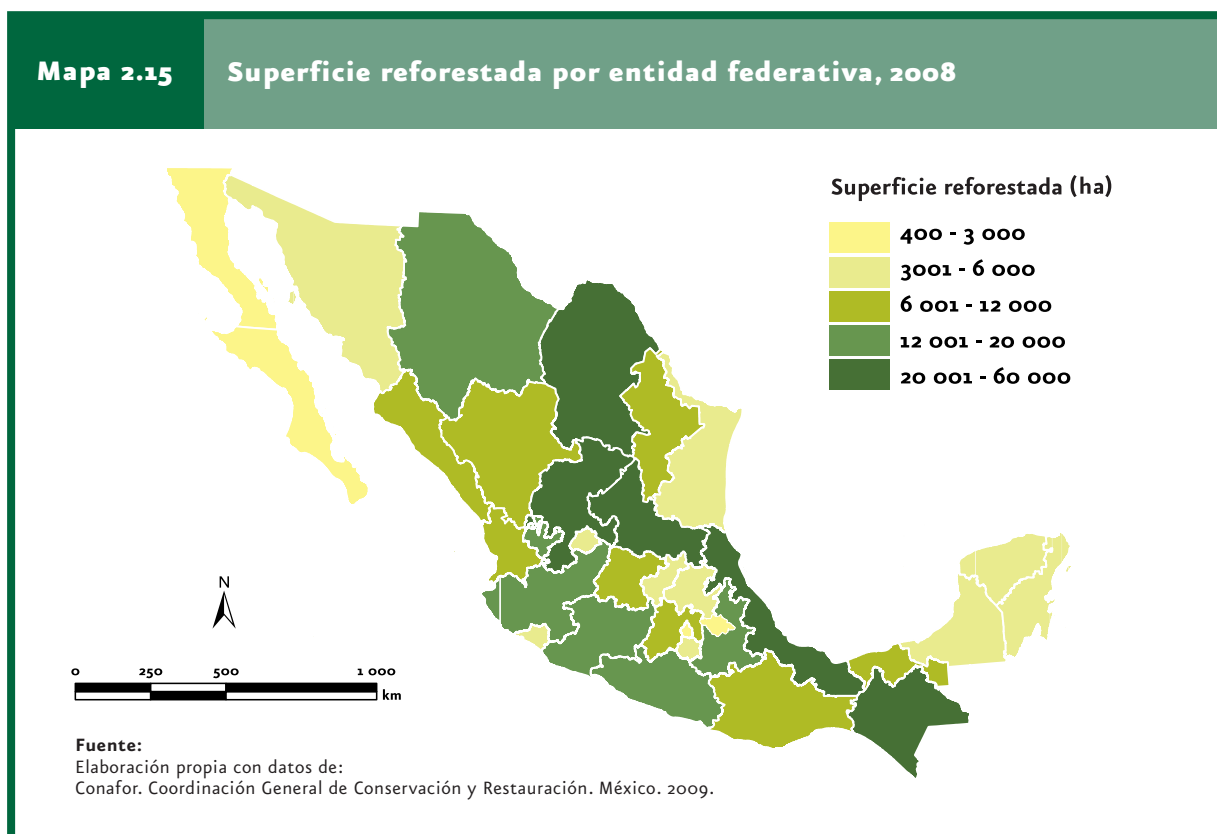
años ochenta hasta el presente: mientras que en 1993 se reforestaron en el país cerca de 42 mil hectáreas, para el 2008 alcanzaron las 373 mil hectáreas. En ese mismo año, los estados en los que se reforestó una mayor superficie fueron Coahuila (59 mil 253 hectáreas), Chiapas (41 mil 479 hectáreas), San Luis Potosí (35 mil hectáreas) y Veracruz (31 mil 403 hectáreas; Mapa 2.15). En contraste, los estados con menores superficies reforestadas fueron el Distrito Federal (poco más de 400 hectáreas) y Baja California Sur (587 hectáreas).

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 se realizan dentro del Procoref están encaminadas fundamentalmente a prevenir

y combatir plagas y enfermedades forestales que podrían tener impactos ecológicos, económicos y sociales. Las acciones incluyen, primeramente, el diagnóstico fitosanitario, el cual se realiza principalmente en 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 el año 2008, la superficie promedio tratada a nivel nacional fue de poco más de 38 mil hectáreas. Los estados que mayor superficie trataron entre esos años fueron Nuevo León (poco menos de 23 mil hectáreas), Oaxaca (poco más de 22 mil hectáreas) y Jalisco (20 mil hectáreas), mientras que las menores superficies que se registraron por el mismo concepto en el periodo fueron Morelos

Entre 1993 y 2008 se han reforestado alrededor de 2.9 millones de hectáreas en el país, siendo Coahuila, San Luis Potosí, Chiapas y Veracruz los estados que mayor superficie reforestaron en el periodo.



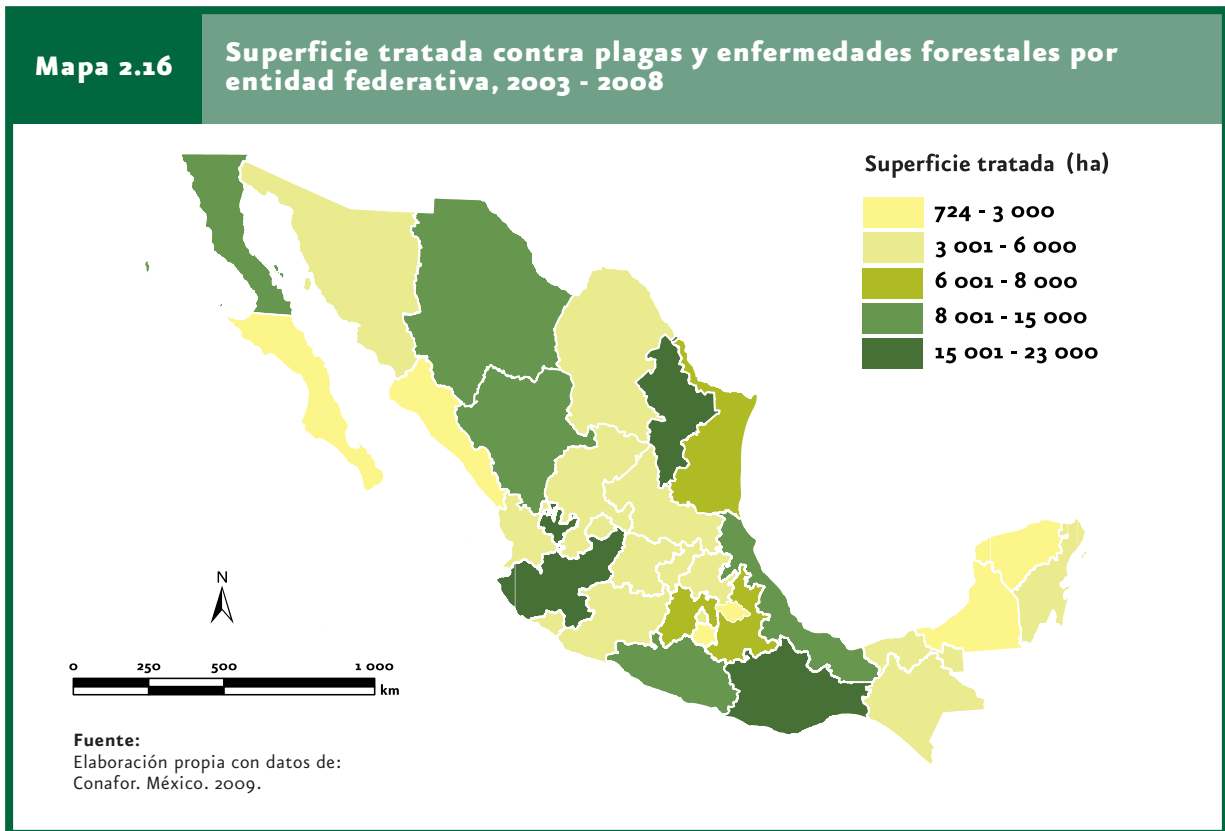
(poco más de 700 hectáreas), Baja California Sur (mil 400 hectáreas) y Tlaxcala (alrededor de 2 mil hectáreas; Mapa 2.16).

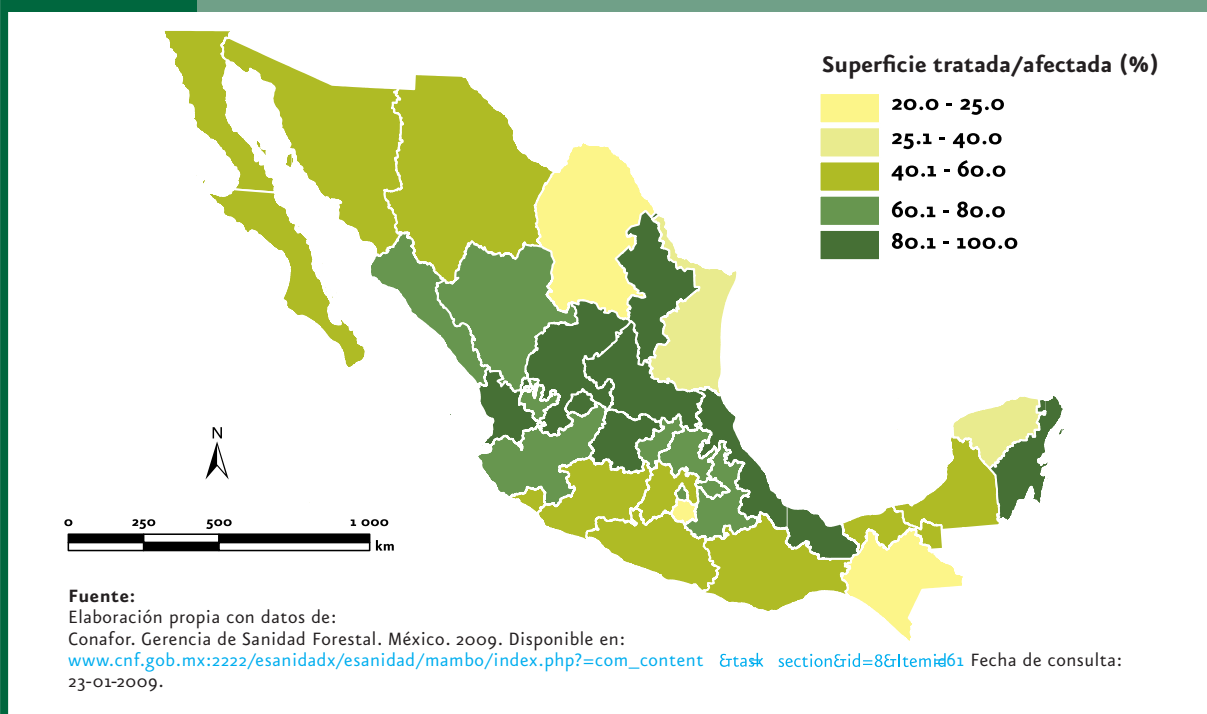
Con respecto al esfuerzo nacional en el tratamiento de las superficies afectadas por enfermedades o plagas forestales, aún resulta insuficiente, puesto que de la superficie afectada en el periodo 2003-2007, sólo se pudieron realizar actividades sanitarias en poco menos del 58% de la superficie con algún tipo de afectación. Los estados que trataron el mayor porcentaje de su superficie afectada fueron Aguascalientes y Guanajuato (ambos con la totalidad del área afectada) y Nayarit y San Luis Potosí (ambos con poco más del 98%). En contraste, los estados que trataron una proporción menor de su superficie afectada fueron Chiapas (alrededor del 23%), Morelos (poco menos del 24%) y Coahuila (alrededor del 24%; Mapa 2.17).

Entre 2003 y 2007, la superficie nacional tratada contra plagas y enfermedades forestales fue de alrededor del 58% de la superficie afectada.

Según la superficie tratada, las plagas más combatidas en el periodo 2003-2007 fueron los descortezadores, con 64 mil 300 hectáreas (equivalente al 35.5% de la superficie tratada en el periodo), seguidos muy de cerca por los muérdagos (64 mil 100 hectáreas; 35.3%) y los defoliadores (28 mil 289 hectáreas 15.6%; Figura 2.36).

La presión sobre los ecosistemas forestales por la extracción de madera y productos no maderables contribuyen a disminuir la calidad de los bosques, pasando de bosques primarios con su biodiversidad y servicios ambientales en sus condiciones normales a bosques secundarios relativamente más pobres en especies. Una de las opciones para reducir las presiones sobre las comunidades vegetales del país es el establecimiento de sistemas manejados de donde puedan obtenerse los productos que



Mapa 2.17**Superficie afectada por plagas y enfermedades que recibió tratamiento por entidad federativa, 2003 - 2007**

se extraen de la vegetación natural de manera fácil y rentable. 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 1998 al 2008 se han apoyado plantaciones en poco más de 650 mil hectáreas, cubriendo todas las entidades del país. Los estados con las mayores superficie de plantaciones forestales apoyadas por este programa son: Campeche (poco más de 84 mil hectáreas), Veracruz (alrededor de 77 mil hectáreas), Tabasco (60 mil hectáreas) y Oaxaca (cerca de 54 mil 500 hectáreas; Mapa 2.18).

Otro frente de lucha contra la destrucción de la cobertura

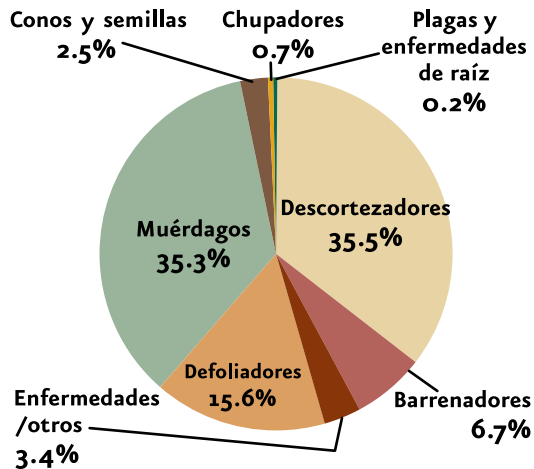
Entre 1997 y 2008, el Prodeplan ha apoyado plantaciones forestales comerciales en poco más de 650 mil hectáreas, cubriendo todas las entidades del país.

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 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 sequías y altas temperaturas. 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

Figura 2.36

Superficie tratada por plagas y enfermedades forestales, según tipo, 2003 - 2007



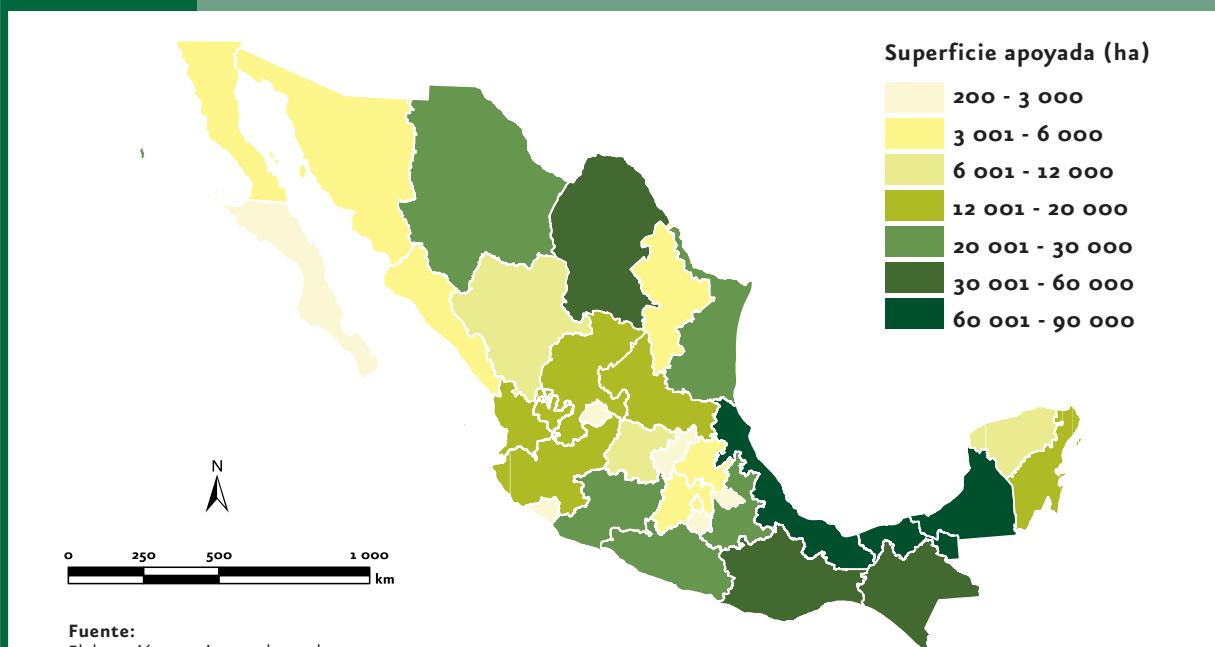
Fuente:
Elaboración propia con datos de:
Conafor. Gerencia de Sanidad Forestal. México. 2009. Disponible en: www.cnf.gob.mx:2222/esanidad/mambo/index.php?option=com_content&task=section&rid=8&Itemid=61 Fecha de consulta: 23-01-2009.

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 zonas donde tienen lugar los incendios. Todo esto permite acudir lo antes posible a los sitios afectados para combatir el fuego. Sin considerar al año de 1998 en el que se registraron una gran cantidad de incendios -lo cual pudo limitar la efectividad de las acciones-, este programa ha permitido reducir la duración promedio de los incendios forestales (Figura 2.37).

A manera de resumen, puede decirse que hasta diciembre de 2008, 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 cerca de 75.9 millones de hectáreas, lo que representa una superficie equivalente al 38.7% del territorio continental nacional (Figura 2.38). No obstante, es muy importante considerar

Mapa 2.18

Superficie apoyada por el Programa de Plantaciones Forestales Comerciales por entidad federativa, 1996 - 2008



Fuente:
Elaboración propia con datos de:
Conafor. Plantaciones Forestales Comerciales. México. 1996-2008.

Figura 2.37

Duración promedio de los incendios forestales en México, 1998 - 2008

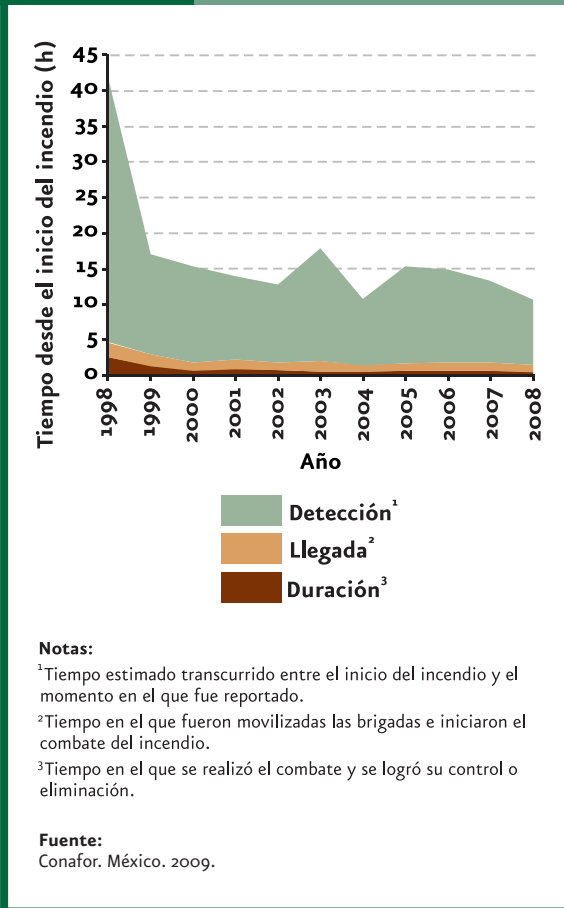
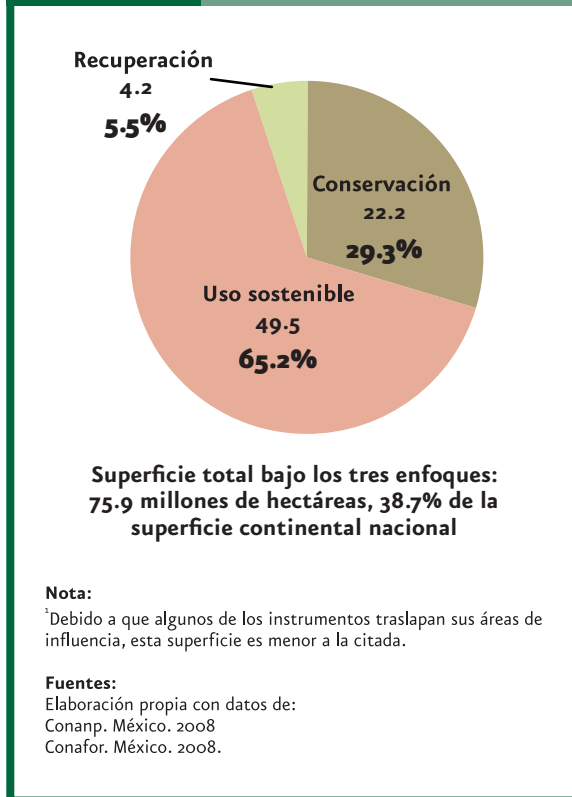


Figura 2.38

Superficie nacional en programas con enfoque de conservación, uso sostenible y recuperación de los ecosistemas terrestres¹, 2008. Superficie en millones de hectáreas y en porcentaje



que, en virtud de que algunos instrumentos traslapan sus áreas de influencia -las Uma y los PSA con las ANP o las zonas que se reforestan dentro de las ANP, por ejemplo-, esta superficie podría ser considerablemente menor.

Otros instrumentos indirectos de protección de los ecosistemas terrestres

El ordenamiento ecológico del territorio

Desde el establecimiento de las primeras comunidades humanas, el uso del suelo estuvo regido principalmente por sus necesidades de

alimento, vivienda y costumbres, 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. 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 de decisiones que, tomadas sin conocimiento de la aptitud de los terrenos,

han ocasionado mayores problemas ambientales y sociales que los beneficios que aportaron a las comunidades que las llevaron al cabo.

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 la selección de 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 deben jugar un papel determinante al definir los límites para el desarrollo de las actividades productivas.

Para conciliar las aptitudes, prioridades y necesidades de los usos del suelo, se emplea 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 Protección al Ambiente, Título Primero, Artículo 3, fracción XXIII).

A partir de la publicación en 2003 del reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET), se transforma la visión anterior del OET a la de un instrumento de planeación ecológica que busca el balance entre las actividades productivas y la conservación de la naturaleza. El OET se concibe

como un proceso en el que los distintos sectores en un territorio hacen explícitas sus necesidades e intereses (tanto actuales como futuras); y buscan, mediante la negociación y la conciliación de intereses, aquel patrón de ocupación del territorio que minimice el conflicto entre sus actividades, suscribiendo un acuerdo de voluntades para adoptarlo y sujetarse a sus términos.

De acuerdo con la LGEEPA, existen cuatro modalidades de programas de ordenamiento ecológico. La primera de ellas es 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; la segunda es el ordenamiento regional, aplicable a dos o más estados, a dos o más municipios o al estado completo; la tercera es el ordenamiento local, que actúa en un municipio completo o en parte de él y, finalmente, los ordenamientos ecológicos marinos que incluyen las zonas marinas y las zonas federales adyacentes (ver el Recuadro **Ordenamientos ecológicos marinos**).

Con respecto a los avances en la formulación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, en abril de 2008 se constituyó el grupo de trabajo multidisciplinario encargado de su elaboración con representantes de las secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat); Desarrollo Social (Sedesol); Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa); Comunicaciones y Transportes (SCT); Turismo (Sectur); Energía (Sener); Reforma Agraria (SRA); Gobernación (Segob) y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Durante ese año se concluyó el estudio técnico en el que se identificaron las áreas de interés prioritario de cada uno de los sectores y se definió la aptitud ambiental para el desarrollo de las diversas actividades productivas en el territorio nacional. De esta manera se busca inducir el desarrollo de los sectores hacia las zonas con el mayor potencial

Recuadro

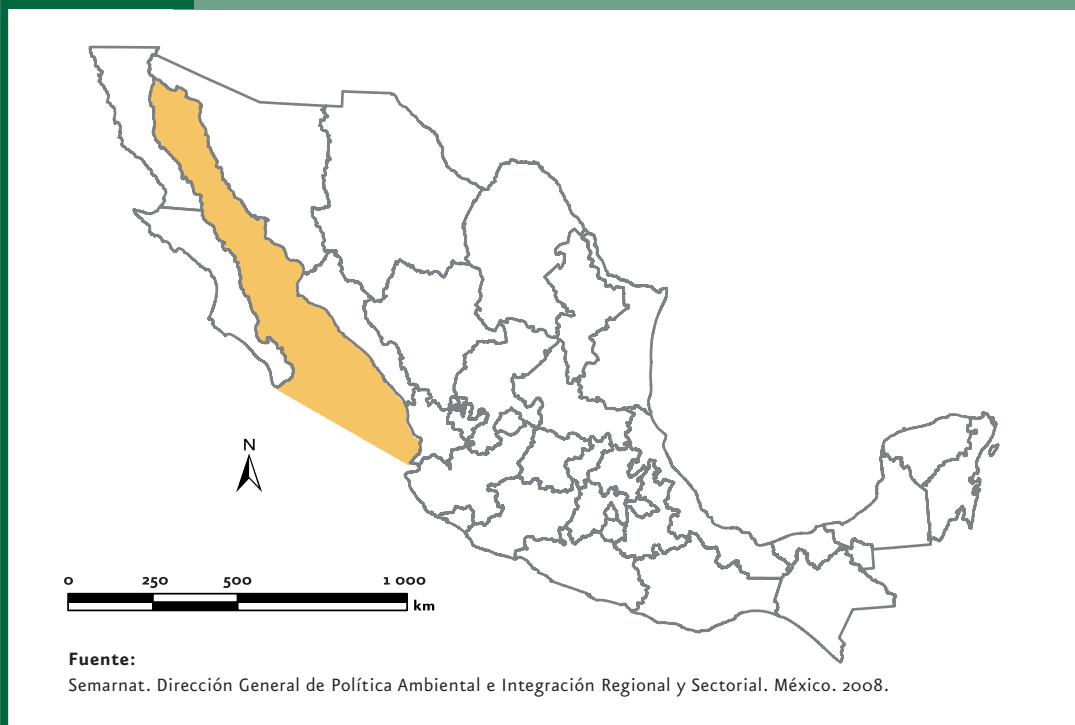
Ordenamientos ecológicos marinos

Con respecto a los ordenamientos marinos, actualmente se cuenta con uno decretado y uno en proceso de elaboración. El ordenamiento que cuenta con decreto es el denominado Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (OEMGC), que cubre una superficie de 24.71 millones de hectáreas que incluyen zonas marinas mexicanas y las zonas federales adyacentes (Mapa a). El ordenamiento en proceso de elaboración es el Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, que cubre una superficie de 82.82 millones de hectáreas.

El OEMGC tiene entre sus objetivos más importantes el de 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 un espacio regional de negociación y toma de decisiones plurales. Cabe señalar que el Golfo de California es a la vez 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: una especie de pez, la totoaba

Mapa a

Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California



Recuadro

Ordenamientos ecológicos marinos (conclusión)

(*Totoaba macdonaldi*) y el cetáceo conocido como vaquita marina (*Phocoena sinus*).

Es importante mencionar que en los 17 estados costeros del país se ha implementado el Programa Especial de Aprovechamiento Sustentable de las Playas, la Zona Federal Marítimo-Terrestre y los Terrenos Ganados al Mar, mismos que servirán de gran apoyo para el ordenamiento ecológico.

Las actividades de dicho programa están orientadas fundamentalmente a la delimitación cartográfica y a la descripción de las características de la zona costera, la regularización de los asentamientos humanos y de los terrenos ocupados por diferentes instancias del gobierno federal, así como la inspección y vigilancia en los terrenos ocupados por particulares.

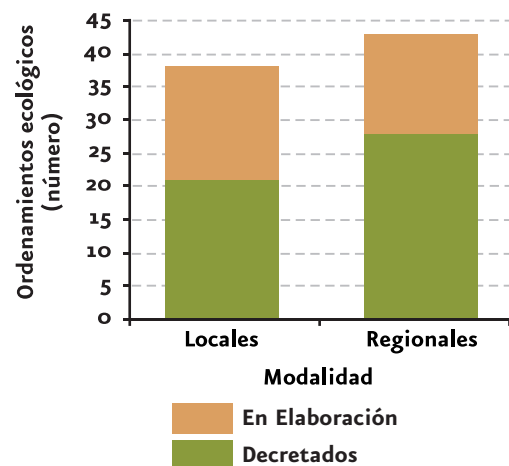
y que cuenten con las características que les permitan minimizar los impactos y conflictos ambientales.

Por otro lado, hasta enero de 2009 se tenían registrados 38 ordenamientos locales, de los cuales 21 tenían decreto y 17 se encontraban en elaboración. En lo referente a los ordenamientos regionales, en esa misma fecha, existían un total de 43, de los cuales, 28 contaban con decreto y 15 estaban en proceso de elaboración (Figura 2.39). Actualmente, el 19.9% de la superficie terrestre nacional (es decir, 38.99 millones de hectáreas) cuenta con un ordenamiento ecológico decretado y 34.7% (67.87 millones de hectáreas) con un ordenamiento en proceso de elaboración. La mayoría de los ordenamientos ecológicos decretados se

Actualmente, el 19.9% de la superficie terrestre nacional (es decir, 38.99 millones de hectáreas) cuenta con un ordenamiento ecológico decretado y 34.7% (67.87 millones de hectáreas) con ordenamientos en proceso de elaboración.

Figura 2.39

Situación de los ordenamientos ecológicos locales y regionales, 2009¹



Nota:
¹Datos a enero.

Fuente:
Semarnat. Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. México. 2009.

localizan en las penínsulas de Baja California y Yucatán, así como en el centro del país y muchos de ellos involucran la participación de los sectores

de desarrollo urbano y turístico (Mapas 2.19 y 2.20). En el caso de ambas penínsulas, a través de los ordenamientos, se busca la preservación del entorno para que los destinos continúen resultando atractivos a los turistas, que son una de las fuentes de ingresos más importantes para ambas regiones. Esto no excluye que existan otros objetivos orientados hacia la preservación ecológica donde participan sectores como el agropecuario, pesquero y forestal.

La evaluación de 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.

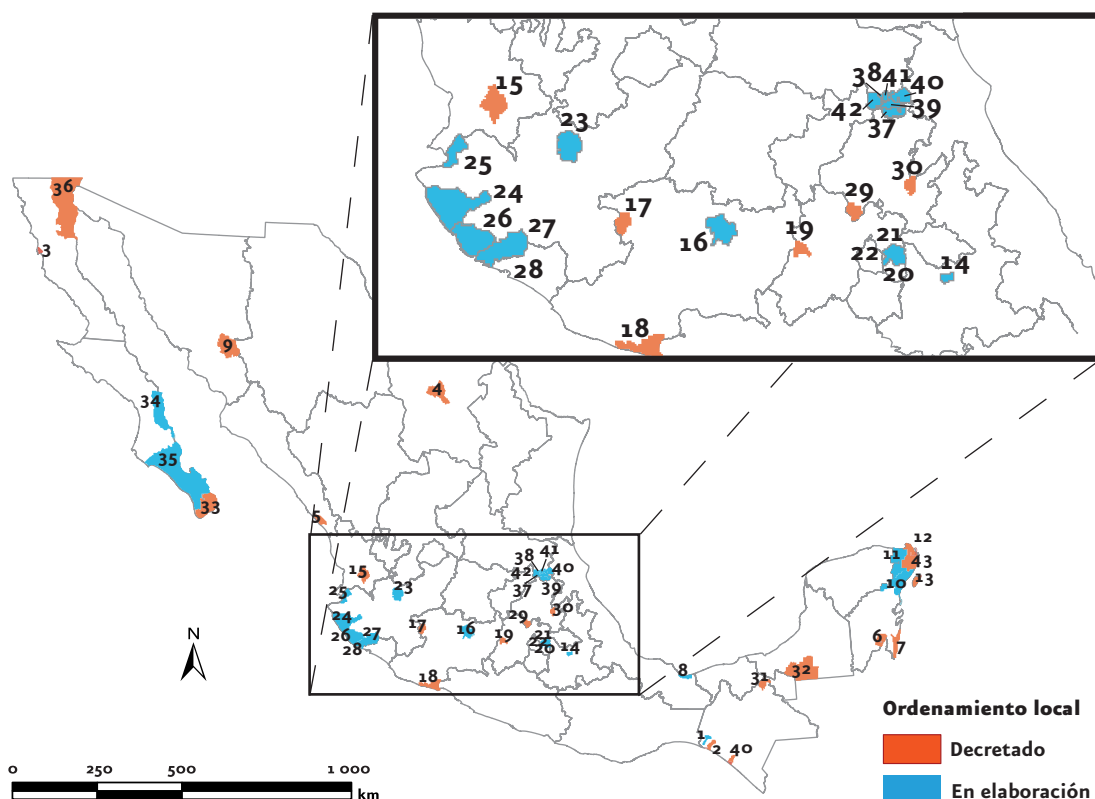
El procedimiento de evaluación del impacto ambiental se inició en México en 1988 con la publicación en el Diario Oficial de la Federación de la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental. En el reglamento se establecieron tres modalidades para la presentación de la Manifestación de Impacto 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 se debería presentar la información contenida en ellos. El 30 de mayo de 2000 fueron publicadas las modificaciones al Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, 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 particular y regional.

En términos generales, las manifestaciones de impacto ambiental deben presentarse en la modalidad regional cuando se trata de proyectos que incluyan 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.

Mapa 2.19

Ordenamientos ecológicos locales, 2008



Ordenamiento local
■ Decretado
■ En elaboración

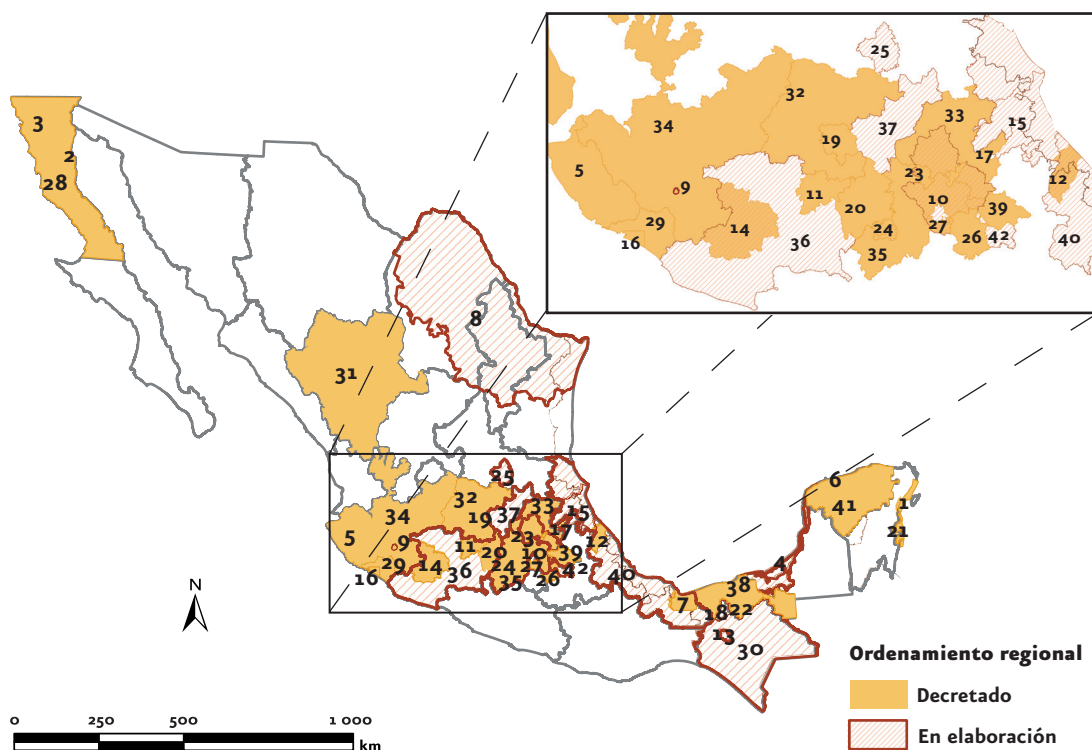
- 1 Subcuenca Río Lagartero - Poza Galana
- 2 Subcuenca Río Zanatenco
- 3 San Quintín
- 4 Cuatrociénegas
- 5 Zona Costera, Municipio de Rosario
- 6 Bacalar
- 7 Costa Maya
- 8 Municipal de Coatzacoalcos
- 9 Municipal de Rosario Tesoaco
- 10 Municipal de Solidaridad
- 11 Municipal de Lázaro Cárdenas
- 12 Municipal de Isla Mujeres
- 13 Cozumel
- 14 Municipal de Cuautinchán
- 15 Municipal de Santa María del Oro

- 16 Municipal de Morelia
- 17 Municipal de Cotija
- 18 Municipal de Lázaro Cárdenas
- 19 Municipal Villa de Allende
- 20 Municipal de Tlalmanalco
- 21 Municipal de Ixtapaluca
- 22 Municipal de Chalco
- 23 Municipal de Zapopan
- 24 Municipal de Tomatlán
- 25 Municipal de Puerto Vallarta
- 26 Municipal de La Huerta
- 27 Municipal de Cuautitlán
- 28 Municipal de Cuatitlán
- 29 Municipal de Tepeji
- 30 Municipal de Huasca
- 31 Municipal de Playas de Catzaja
- 32 Municipal de Candelaria
- 33 Municipal de Los Cabos

- 34 Municipal de Loreto
- 35 Municipal de La Paz
- 36 Municipal de Mexicali
- 37 Municipal de Matlapa
- 38 Municipal de Axtla de Terrazas
- 39 Municipal de Tamazunchale
- 40 Municipal de San Martín Chalchicuauhtla
- 41 Municipal de Tampacan
- 42 Municipal de Xilitla
- 43 Municipal de Benito Juárez
- 44 Subcuenca Río Coapa -Pijijiapan

Fuente:

Semarnat. Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. México. 2008.



- 1 Corredor Cancún – Tulúm
- 2 Corredor Costero San Felipe –Puertecitos
- 3 Corredor Costero Tijuana – Ensenada
- 4 Costa de Campeche
- 5 Costa de Jalisco
- 6 Costa de Yucatán
- 7 Cuenca baja del río Coatzacoalcos
- 8 Cuenca de Burgos
- 9 Cuenca de la Laguna de Zapotlán
- 10 Cuenca de México
- 11 Cuenca del Lago de Cuitzeo
- 12 Cuenca del Río Bobos
- 13 Cuenca del Río Sabinal
- 14 Cuenca del Río Tepalcatepec
- 15 Cuenca del Río Tuxpan
- 16 Laguna de Cuyutlán
- 17 Pachuca - Tizayuca
- 18 Petrolero Zona Norte de Chiapas
- 19 Región Laja – Bajío
- 20 Región Mariposa Monarca
- 21 Sian Ka'an

- 22 Sierra de Tabasco
- 23 Tula - Tepeji
- 24 Valle de Bravo - Amanalco
- 25 Valle de Ríoverde y Ciudad Fernández
- 26 Volcán Popocatepetl
- 27 Zona Rural del D.F.
- 28 Estatal de Baja California
- 29 Estatal de Colima
- 30 Estatal de Chiapas
- 31 Estatal de Durango
- 32 Estatal de Guanajuato
- 33 Estatal de Hidalgo
- 34 Estatal de Jalisco
- 35 Estatal de México
- 36 Estatal de Michoacán
- 37 Estatal de Querétaro
- 38 Estatal de Tabasco
- 39 Estatal de Tlaxcala
- 40 Estatal de Veracruz
- 41 Estatal de Yucatán
- 42 Centro Poniente de Puebla

Fuente:

Semarnat. Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. México. 2008.

Para someter un proyecto a este procedimiento y obtener su autorización, el promovente (es decir, el promotor del proyecto) deberá entregar a la Semarnat un Informe Preventivo o una Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad que corresponda y que atienda el reglamento que su estado expide. En la Figura 2.40 se muestran los proyectos ingresados para la evaluación de impacto ambiental en cada modalidad durante el periodo 1998-2008 ([Cuadro D4_IMPACTO00_02](#)).

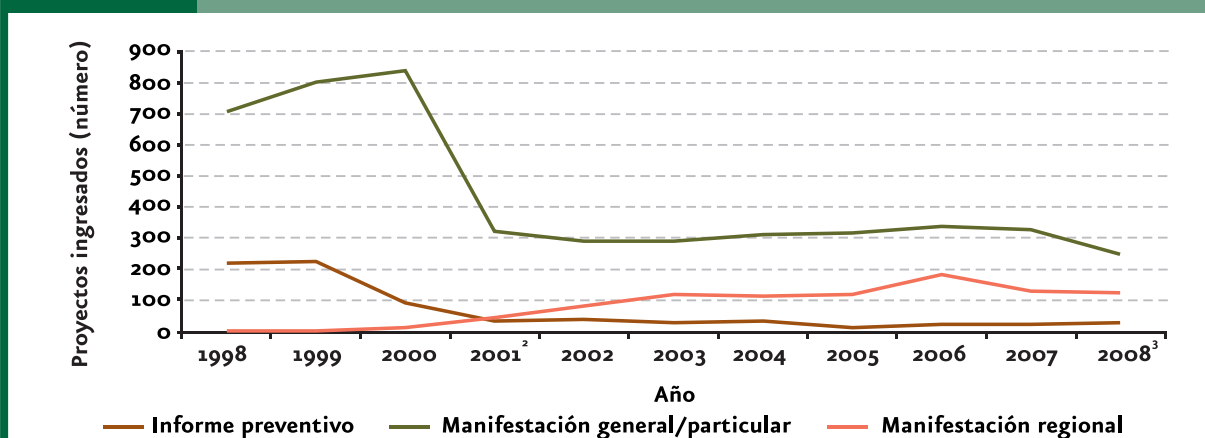
Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Semarnat emite la resolución correspondiente en la que puede negar o aprobar la autorización para la ejecución del proyecto. En caso de aprobación, ésta puede darse en los términos solicitados o si se considera necesario, señalando las condiciones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

Se puede negar una autorización solicitada en aquellos casos en los que se 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 los promoventes. En el reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental se especifican los tiempos límite para que la Semarnat, por medio de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, evalúe el estudio a partir de su ingreso y hasta la emisión de su resolución.

Desde 1998, la Semarnat ha recibido una cantidad importante de manifestaciones, misma que a partir del 2000 disminuyó significativamente, cayendo de más de mil proyectos en 1999 a 392 en el 2008 (Figura 2.40). Cabe señalar que parte de esta disminución puede explicarse por el hecho de que a partir de mayo del 2000 se transfirió a las

Figura 2.40

Proyectos ingresados bajo el procedimiento de evaluación de impacto ambiental por tipo de estudio, 1998 - 2008¹



Notas:

¹La información de los años 2000 y anteriores corresponde a los registros de proyectos recibidos en el INE y a partir de 2001, la información corresponde a la gestión realizada en la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la Semarnat. La DGIRA informa sobre el rezago de 411 proyectos recibidos en el periodo 1997-2000; esta cantidad no está incluida en la información que se muestra.

²Datos de enero a noviembre.

³Datos al mes de agosto.

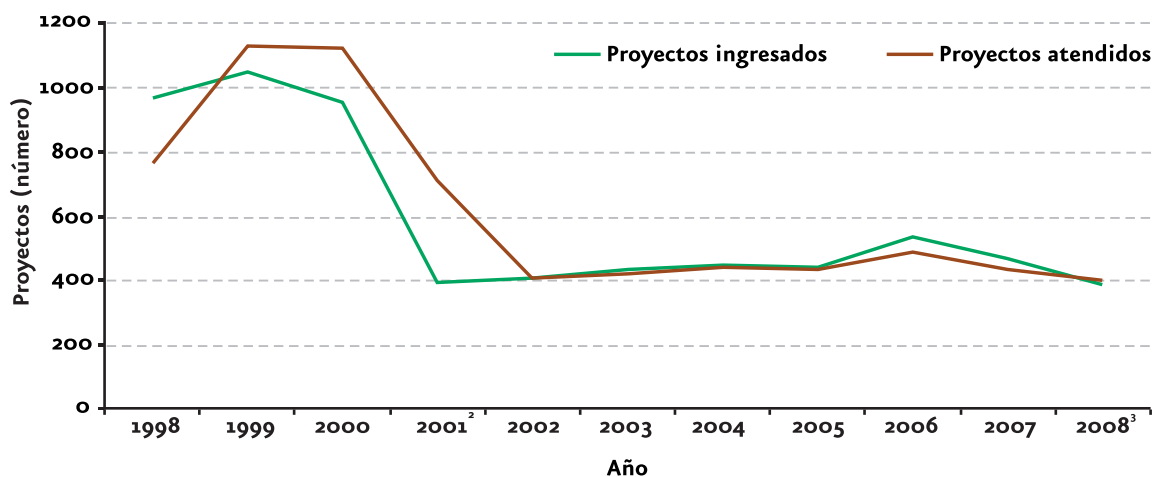
Fuentes:

Semarnap. INE. México. 2001.

Semarnat. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. México. 2009.

Figura 2.41

Proyectos ingresados y atendidos bajo el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, 1998 - 2008¹



Notas:

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

²Datos de enero a noviembre.

³Datos al mes de agosto.

Fuentes:

Semarnap. INE. México. 2001.

Semarnat. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. México. 2009.

Delegaciones Federales de la Semarnat la atención de proyectos que hasta esa fecha se evaluaban en las oficinas centrales de la Secretaría. En el periodo 1998-2008, la Semarnat recibió 5 mil 793 proyectos (579 en promedio por año) y atendió 6 mil 111 evaluaciones de impacto ambiental para su análisis y, en su caso, autorización (Figura 2.41). La mayoría de ellos correspondieron a obras y actividades de servicios de los sectores turístico (1 097 proyectos), industrial (874), petroquímico (Pemex; 849), vías generales de comunicación (940) y gasero (691), proyectos ingresados, respectivamente (Figura 2.42).

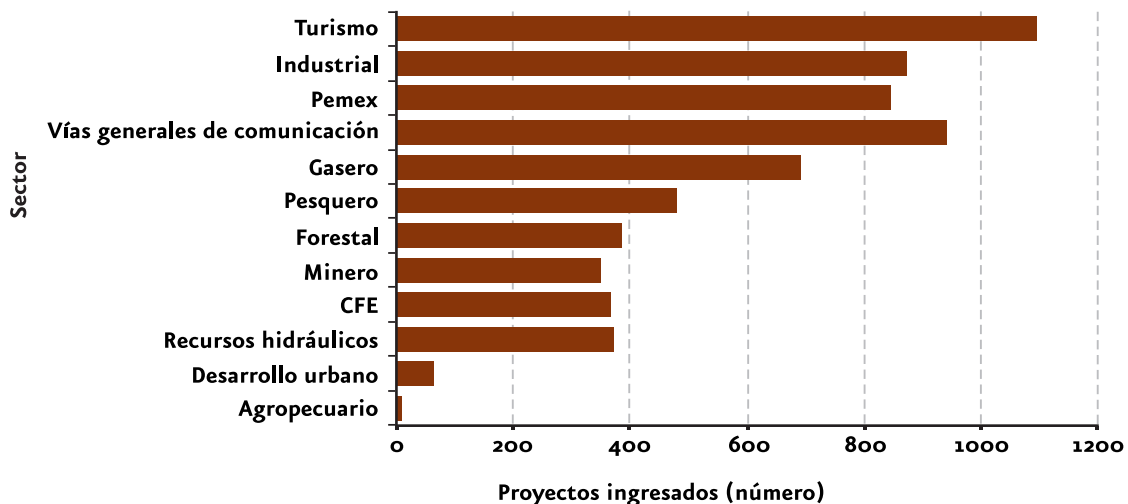
Los estados que en los últimos años han tenido el mayor número de proyectos ingresados al procedimiento de impacto ambiental son Quintana Roo, Veracruz y Estado de México; en contraste, Aguascalientes, Yucatán, Zacatecas, Querétaro,

Tlaxcala y Morelos son algunos de los estados que tienen menor demanda de evaluación de proyectos (Mapa 2.21; Cuadro D4_IMPACTO00_01). El total de proyectos atendidos, por entidad federativa, se muestra en el Mapa 2.22.

El Centro de Información y Gestión Ambiental (CIGA), el cual forma parte de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de la Semarnat, atiende las necesidades de información generadas en los procesos de gestión para impacto y riesgo ambiental, manejo integral de contaminantes, zona federal marítimo-terrestre, ambientes costeros, vida silvestre y descentralización de servicios forestales y suelo. En su sitio de Internet se puede consultar el estado de cualquier estudio de impacto ambiental ingresando su clave, así como el proceso de cualquier trámite que se esté llevando en la Secretaría.

Figura 2.42

Proyectos ingresados bajo el procedimiento de evaluación de impacto ambiental por sector, 1998 - 2008¹

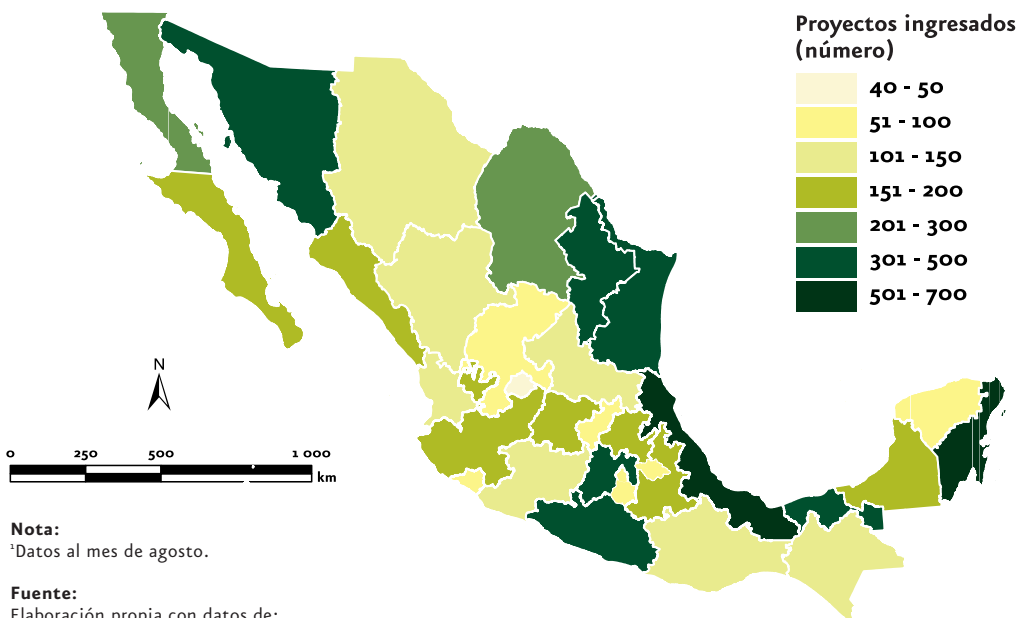


Nota:
¹Los datos de 2008 son al mes de agosto.

Fuentes:
 Semarnap, INE. México. 2001.
 Semarnat. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. México. 2009.

Mapa 2.21

Proyectos ingresados bajo el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental por entidad federativa, 1998 - 2008¹

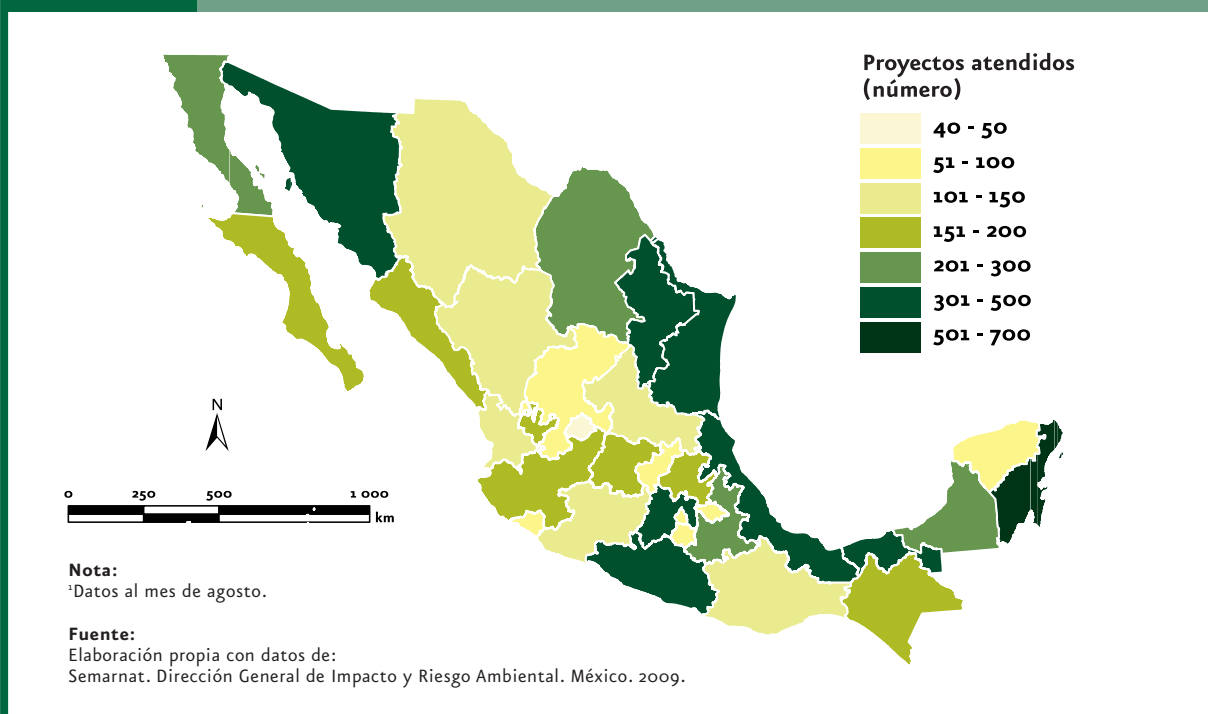


Nota:
¹Datos al mes de agosto.

Fuente:
 Elaboración propia con datos de:
 Semarnat. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. México. 2009.

Mapa 2.22

Proyectos atendidos bajo el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental por entidad federativa, 1998 - 2008¹



REFERENCIAS

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

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

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

FAO. *Global Forest Resources Assessment 2005*. FAO. 2006.

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

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.

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.
- 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.
- Sagarpa, Comisión Técnica Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México. 2004.
- 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, Canada. 2001c.
- Semarnat. *Inventario Forestal Nacional 2000*. México. 2001.
- Semarnat, Colegio de Postgraduados. *Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, a escala 1:250 000*. Memoria Nacional 2001-2002. México. 2003.
- 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. Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. México. 2009.
- Velázquez, A., J. F. Mas, G. Bocco, y E. Ezcurra. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica* 62: 21-37. 2002.