

PARTE II
RECURSOS NATURALES

3

BIODIVERSIDAD

Lucila Neyra González

Leticia Durand Smith

ÍNDICE

3.1. México, un país de gran biodiversidad	62
3.2. Causas de la gran biodiversidad de México	62
3.3. Diversidad de ecosistemas	64
3.3.1. Zonas ecológicas	64
3.3.2. Regionalización biológica	66
3.3.3. Tipos de vegetación	70
3.3.4. Ecosistemas acuáticos: costeros, marinos y dulceacuícolas	72
3.3.5. Islas	78
3.4. Diversidad de especies	82
3.4.1. Microorganismos	85
3.4.2. Hongos	85
3.4.3. Plantas	85
3.4.4. Animales	88
3.4.5. Los estados y la riqueza de especies	92
3.5. Diversidad genética	93
3.5.1. Diversidad en especies silvestres	93
3.5.2. Plantas domesticadas	94
3.5.3. Animales domesticados	95
3.6. Referencias	96

3.1. México, un país de gran biodiversidad

El concepto de biodiversidad se refiere en general a la variabilidad de la vida; incluye los ecosistemas terrestres y acuáticos, los complejos ecológicos de los que forman parte, así como la diversidad entre las especies y dentro de cada especie. La biodiversidad abarca, por lo tanto, tres niveles de expresión de variabilidad biológica: ecosistemas, especies y genes (**figura 3.1**). En estos niveles se integra una amplia gama de fenómenos, de manera que la biodiversidad de un país se refleja en los diferentes tipos de ecosistemas que contiene, el número de especies que posee, el cambio en la riqueza de especies de una región a otra, el número de endemismos, las subespecies y variedades o razas de una misma especie, entre otros.

En el mundo existen más de 170 países, pero sólo 12 de ellos son considerados como megadiversos y albergan en conjunto entre 60 y 70% de la biodiversidad total del planeta. México es uno de estos países (**figura 3.2**) (Mittermeier y Goettsch, 1992).

3.2. Causas de la gran biodiversidad de México

Entre las causas que hacen de México un país de gran diversidad biológica están la topografía, la variedad de climas y una compleja historia tanto geológica y biológica como cultural. Estos factores han contribuido a formar un mosaico de condiciones ambientales y microambientales que promueven una gran variedad de hábitats y de formas de vida (Sarukhán, Soberón y Larson-Guerra, 1996).

Como se puede apreciar en el capítulo 1 “Contexto físico”, los factores topográficos y climáticos son determinantes de la gran variedad de ambientes y de la riqueza de especies que existen en nuestro país. La complicada topografía (más de 50% del territorio nacional se encuentra en altitudes mayores a los mil metros sobre el nivel del mar), junto con las diferencias determinadas por la latitud, producen un mosaico climático con un número muy grande de variantes. A nivel regional, puede considerarse la influencia de su complicada y variada topografía así como la situación de sus principales cordilleras. Los cambios altitudinales traen consigo variaciones climáticas en cuanto a la intensidad de la irradiación y de la insolación, de la humedad atmosférica relativa, la oscilación diurna de la temperatura y la cantidad de oxígeno disponible. Por otra parte, la forma que le confieren al país sus litorales, junto con la alineación de sus principales serranías, influyen de manera decisiva en la distribución de la humedad y también muchas veces de la temperatura (Cordero y Morales, 1998).

Dentro de los factores históricos destaca el biogeográfico. El territorio mexicano es considerado por los biogeógrafos como la zona de transición entre dos grandes regiones: la neotropical (constituida por Sudamérica y Centroamérica) y la neártica (que corresponde a Norteamérica), las cuales hicieron contacto hace aproximadamente seis millones de años (**figura 3.3**). Debido a esto, México constituye una zona biogeográficamente

La biodiversidad incluye la variabilidad de todas las entidades biológicas manifestada en la variedad de ecosistemas, de especies y de la variación dentro de cada especie

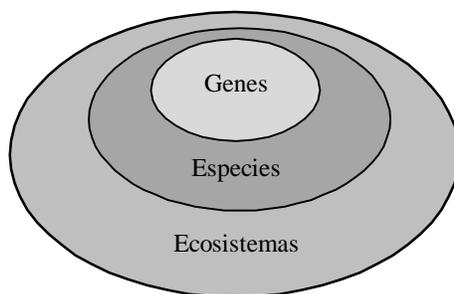


Figura 3.1. Niveles de organización incluidos en el concepto de biodiversidad.



Figura 3.2. Países de megadiversidad.

compuesta, donde el contacto entre biotas ancestrales ha dado como resultado una rica mezcla de fauna y flora con diferentes historias biogeográficas (Flores y Gerez, 1995).

Además de las características biogeográficas, otro elemento histórico importante es el relacionado con los cambios climáticos severos ocurridos durante el Pleistoceno, cuando los glaciares se extendieron a latitudes tales que nuestro país estuvo bajo la influencia de climas fríos y templados. Esto propició el establecimiento de especies de climas fríos, mientras que las especies de climas tropicales se extinguieron en gran parte de las áreas que ocupaban, por lo que su distribución se restringió a ciertas zonas denominadas refugios pleistocénicos. El aislamiento que sufrieron las especies en estos refugios dio origen al surgimiento de nuevas especies, que extendieron su área de distribución cuando los glaciares se retiraron. Este proceso produjo, de acuerdo con algunos científicos, un incremento considerable en el número de especies, por lo que un buen número de las especies presentes en México son de origen relativamente reciente y de naturaleza endémica. Análogamente, un fenómeno de aislamiento y evolución de la biota puede estar ocurriendo en las montañas de México, en particular en las poblaciones de los bosques húmedos que después del Pleistoceno adquirieron una disposición “archipelágica”; esto es, que actualmente los bosques húmedos se distribuyen en forma de islas de hábitats donde se localizan especies y subespecies endémicas de distintos grupos taxonómicos (Cordero y Morales, 1998).

Generalmente, la riqueza de especies se ha medido como un simple conteo del número de especies en relación con un área determinada. Aunque esta medida resulta útil para describir la situación sobre el conoci-

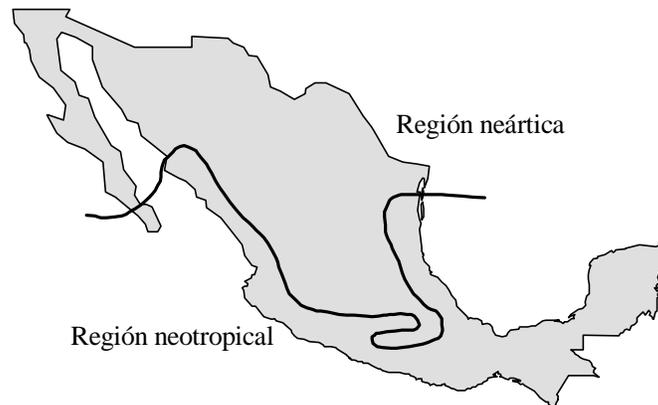


Figura 3.3. Regiones biogeográficas de México.

miento de la biodiversidad de un país (como se verá en el apartado 3.4), resulta oportuno e importante considerar una aproximación que reconoce además los procesos que determinan la riqueza de especies. La clasificación de la diversidad en alfa, beta y gamma incluye esta consideración a diferentes escalas. La diversidad gamma (o regional) es la que hace que México sea considerado como un país de megadiversidad y está determinada principalmente por factores históricos; la diversidad alfa (local o dentro del hábitat) se refiere al número de especies dentro de hábitats determinados, y en este caso los hábitats de México no son particularmente ricos comparados con otros similares al nivel mundial; la diversidad beta (entre hábitats) se refiere a la tasa de recambio de especies a lo largo de un gradiente de hábitats, con la cual se obtiene una medida de la heterogeneidad de hábitats de un país. La heterogeneidad de hábitats junto con los factores bióticos e históricos se combinan para producir una elevada diversidad beta, percibida ésta como un elevado recambio de especies en un paisaje nacional complejo (Sarukhán, Soberón y Larson-Guerra, 1996). Aunque la diversidad beta no se puede medir de una manera estándar, para México existen excelentes casos que la ilustran; tal es el caso del número de especies de mamíferos que existen en el territorio nacional, el cual es mucho mayor al esperado sólo por su tamaño (Arita, 1993).

Una de las consecuencias directas de estos patrones de carácter biológico es que la conservación en áreas naturales protegidas, si bien es evidentemente necesaria, es insuficiente para representar un porcentaje importante de la diversidad (Sarukhán, Soberón y Larson-Guerra, 1996).

3.3. Diversidad de ecosistemas

Se han hecho muchos intentos por clasificar el medio natural de México tomando como base criterios muy diversos. A pesar de su variedad, la mayoría de las propuestas tienen un rasgo en común: toman a los tipos de vegetación como primer criterio de clasificación. A medida que se aplican más criterios, las clasificaciones comienzan a diferir; sin embargo, las propuestas basadas primariamente en el criterio ecológico de la distribución de tipos de vegetación y tipos de ecosistemas coinciden en un nivel muy general en sus divisiones aún cuando se utilizan criterios de diferente índole (Cordero y Morales, 1998). A continuación se revisan algunas clasificaciones de los ambientes de nuestro país, tanto terrestres como acuáticos, las cuales nos ilustran la gran diversidad de ecosistemas que contiene.

3.3.1. Zonas ecológicas

Esta clasificación fue propuesta por Toledo y Ordóñez (1993), quienes definen de manera muy amplia distintos tipos de hábitats terrestres, también denominados zonas ecológicas. Caracterizan así una regionalización ecológica del país cuyos objetivos son simplificar la heterogeneidad ecológica y facilitar el reconocimiento de grandes discontinuidades en el paisaje a escala nacional.

Esta zonificación ecológica se basa en criterios que incluyen el tipo de vegetación, el clima y aspectos biogeográficos, por lo que cada zona ecológica es la unidad de la superficie terrestre donde se encuentran conjuntos de vegetación con afinidades climáticas e historias o linajes biogeográficos comunes. Con base en lo anterior, se definieron seis tipos de hábitats terrestres continentales o zonas ecológicas: (1) tropical cálido-húmeda, (2) tropical cálido-subhúmeda, (3) templada húmeda, (4) templada subhúmeda, (5) árida y semiárida y (6) zona inundable o de transición mar-tierra (Toledo y Ordóñez, 1993 y 1996) (**cuadro 3.1, figura 3.4**). La zona árida-semiárida cubre cerca de 50% de la superficie del país; le siguen en orden de importancia la zona templada subhúmeda con 19.7%, la zona tropical cálido-subhúmeda que ocupa 17.5% y la zona cálido húmeda que se distribuye en 11% del país. Las zonas de menor cobertura son la templada húmeda con 1.1% y la zona de transición mar-tierra que ocupa 0.9%.

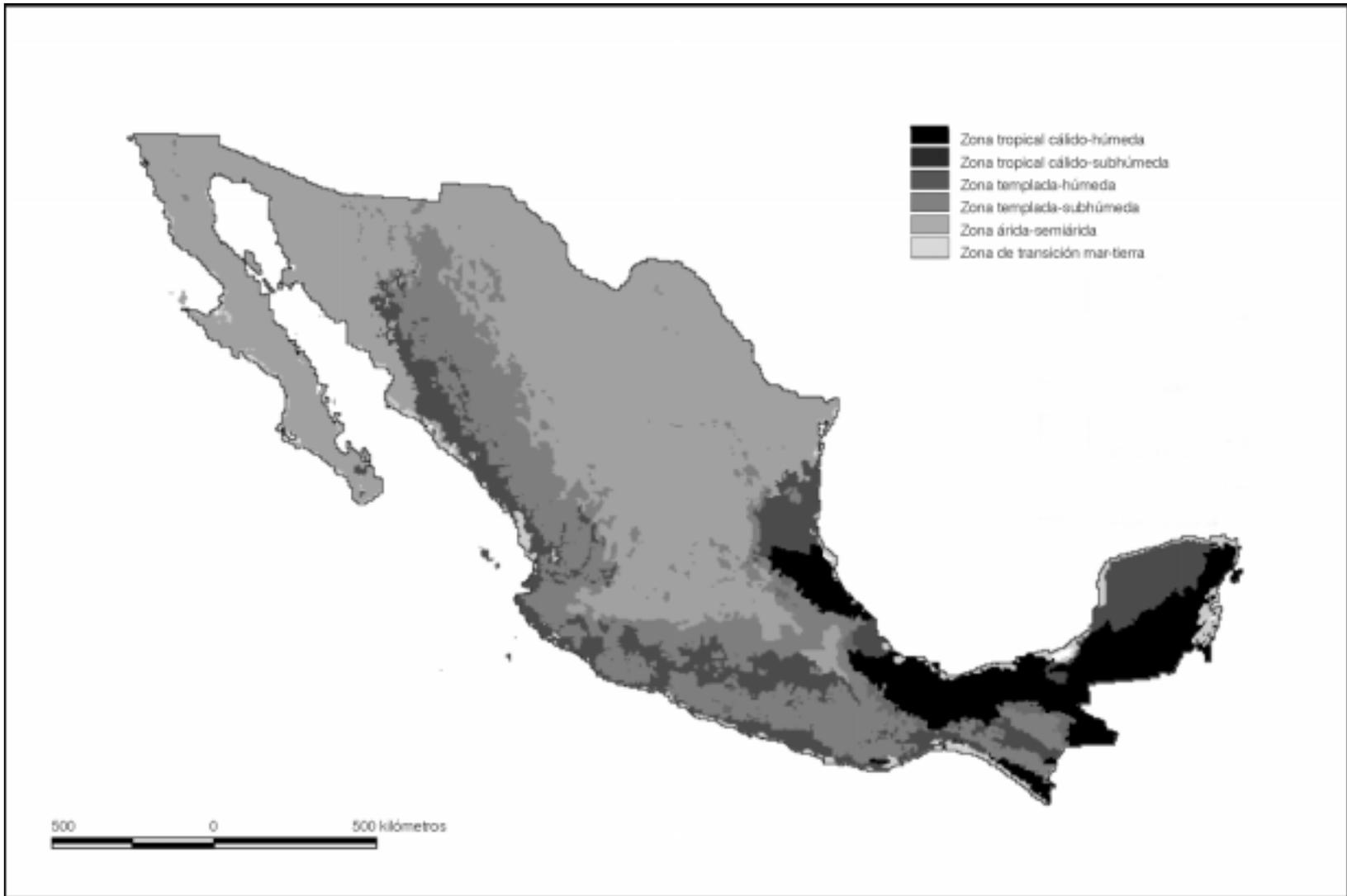


Figura 3.4. Principales zonas ecológicas (Toledo y Ordóñez, 1996).

Cuadro 3.1. Características de las principales zonas ecológicas de México (Modificado de Toledo y Ordóñez, 1993)

Hábitat	Área estimada ¹	Municipios ²			Vegetación dominante	Flora ³		Clima ⁴
		>75 %	<75 %	Total		Riqueza	Endémicas	
Trópico húmedo	22	251	84	335	Bosques tropicales altos y medios y sabanas	5 000	250	Am, Af
Trópico subhúmedo	40	578	247	825	Bosques deciduos	6 000	2 400	Aw
Templado húmedo	1	48	68	116	Bosques mixtos	3 000	900	A(C)m, C(A)m
Templado subhúmedo	33	687	381	1 068	Bosques de pino, encino y mixtos	7 000	4 900	CW
Árido y semiárido	99	384	125	509	Matorrales y pastizales	6 000	3 600	Bs, Bw

¹ Millones de hectáreas.

² Número de municipios cubiertos por el tipo de hábitat en más de 75% (>75%) o en menos de 75% (<75%).

³ Número de especies de plantas de acuerdo con Rzedowski (1993).

⁴ De acuerdo con el sistema de clasificación de Köppen modificado por García (1989).

3.3.2. Regionalización biológica

Para realizar una evaluación del estado de conservación de América Latina y el Caribe, un grupo de especialistas coordinado por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés) desarrolló un sistema jerárquico de clasificación de regiones naturales terrestres mediante el cual se distinguen 5 tipos principales de ecosistemas terrestres¹, cada uno de ellos dividido en un total de 11 tipos principales de hábitats² y éstos a su vez divididos en un total de 191 ecorregiones³ (**cuadro 3.2**) (Dinerstein *et al.*, 1995).

De acuerdo con esta detallada clasificación, México es el país con mayor diversidad ecológica de América Latina y el Caribe al estar presentes dentro de sus límites políticos los cinco tipos de ecosistemas, 9 de los 11 tipos de hábitats (82%) y 51 de las 191 ecorregiones identificadas (26.7%) (**cuadros 3.2 y 3.3; figura 3.5b**). De las 13 ecorregiones correspondientes a los manglares, en México se encuentran representadas 5, las cuales se subdividen en “unidades de manglar” y de las cuales se reconocen 11 en nuestro país.

Como resultado de una evaluación del estado de conservación de cada una de las ecorregiones, se encontró que 14 de las 51 ecorregiones presentes en México (27.4%) son prioritarias a nivel mundial; de las 14, se reconocieron 8 como de máxima prioridad regional y 6 como de máxima prioridad regional para alcanzar una representación biorregional (**cuadro 3.4**).

Adicionalmente, con el fin de contar con un sistema estándar de regiones naturales de utilidad práctica para la planificación y la definición de políticas de apoyo para la conservación, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), con apoyo de la Comisión de Cooperación Ambiental (CCA) y con la participación de biogeógrafos, finalizó para México un ejercicio de regionalización ecológica y biogeográfica del cual se deriva un sistema con 19 provincias biogeográficas y 51 ecorregiones (**figura 3.5**).

¹ Un tipo principal de ecosistemas terrestres es un grupo de ecorregiones que: a) tienen ecosistemas con dinámicas comparables; b) responden a las perturbaciones de manera similar; c) muestran grados de diversidad beta similares; y d) requieren de métodos de conservación específicos para el nivel de ecosistema.

² Un tipo principal de hábitats es un grupo de ecorregiones que: a) experimentan condiciones climáticas comparables; b) tienen una estructura de vegetación similar; c) presentan un patrón de biodiversidad similar; y d) tienen flora y fauna con una estructura de gremios e historias de vida similares.

³ Una ecorregión es un ensamblaje geográficamente definido, constituido por comunidades naturales que: a) comparten la gran mayoría de sus especies y dinámica ecológica; b) tienen condiciones ambientales similares; y c) sus interacciones ecológicas son críticas para su persistencia a largo plazo.

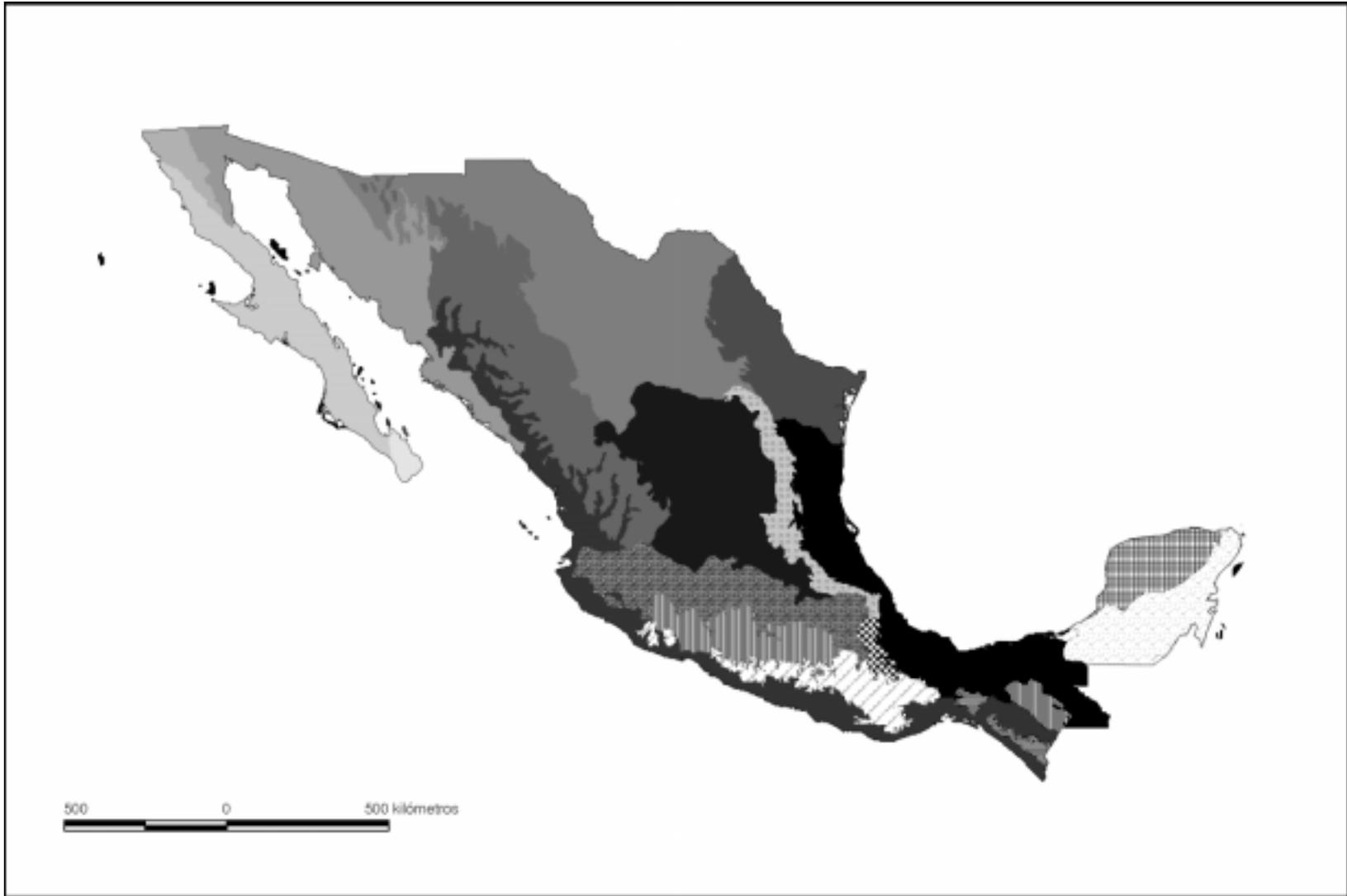


Figura 3.5a. Provincias biogeográficas (Conabio / UNAM / INE / WWF / UAM / IEAC / CCA, 1997).

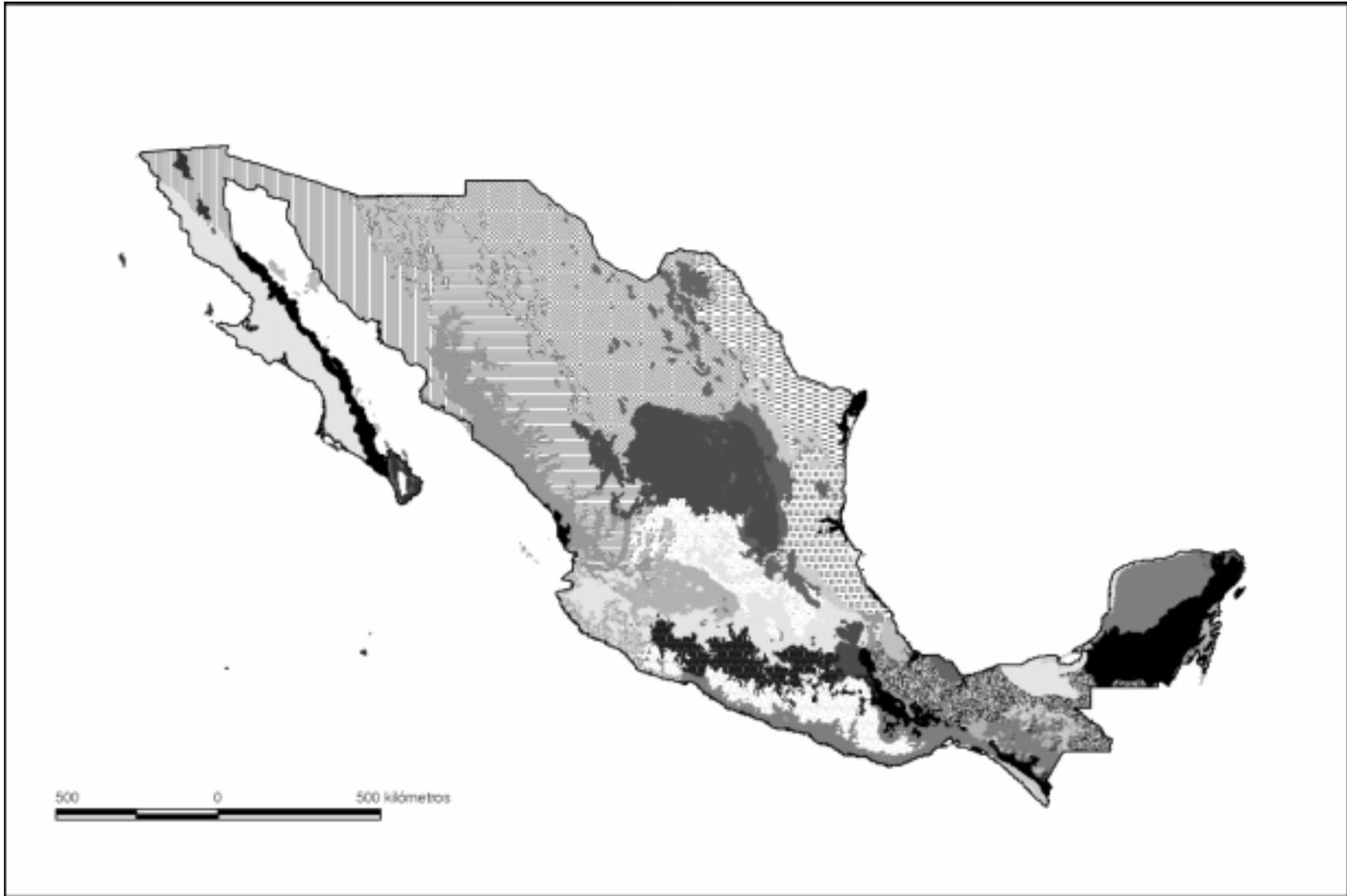


Figura 3.5b. Ecorregiones (CCA / Conabio / WWF, 1997).

Cuadro 3.2. Sistema de clasificación jerárquica de los hábitats terrestres de América Latina y el Caribe (Dinerstein *et al.*, 1995)

<i>Tipo de ecosistema</i>	<i>Tipo de hábitat</i>	<i>Número de ecorregiones</i>	<i>Tamaño total (km²)</i>	<i>Número de ecorregiones en México (%)</i>
I. Bosques tropicales de hoja ancha	1. Bosques húmedos tropicales de hoja ancha	55	8 214 285	5 (9.1)
	2. Bosques secos tropicales de hoja ancha	31	1 043 449	8 (25.8)
II. Bosques de coníferas y bosques templados de hoja ancha	3. Bosques templados	3	332 305	0 (0.0)
	4. Bosques tropicales y subtropicales de coníferas	16	770 849	10 (62.5)
III. Pastizales/sabanas/matorrales	5. Pastizales, sabanas y matorrales	16	7 058 529	4 (25.0)
	6. Pastizales inundables	13	285 530	4 (30.8)
	7. Pastizales montanos	12	1 416 682	1 (8.3)
IV. Formaciones xéricas	8. Matorrales mediterráneos	2	168 746	1 (50.0)
	9. Desiertos y matorrales	27	2 276 136	13 (48.2)
	10. Restingas	3	34 975	0 (0.0)
V. Manglares	11. Manglares	13	40 623	5 (38.5)

Cuadro 3.3. Comparación de la riqueza de ecosistemas, hábitats y ecorregiones entre varios países de América Latina (Dinerstein *et al.*, 1995)

<i>Tipos de ecosistemas</i>	México (5/5)	Brasil (5/5)	Colombia (4/5)	Chile (3/5)	Argentina (3/5)	Costa Rica (3/5)
<i>Tipos de hábitats</i>	México (9/11)	Brasil (8/11)	Argentina (6/11)	Colombia (6/11)	Chile (4/11)	Costa Rica (4/11)
<i>Ecorregiones</i>	México (51/191)	Brasil (34/191)	Colombia (29/191)	Argentina (19/191)	Chile (12/191)	Costa Rica (8/191)

Cuadro 3.4. Ecorregiones consideradas de máxima prioridad regional que se encuentran total o parcialmente dentro de los límites de México (Dinerstein *et al.*, 1995)

<i>Tipo de ecorregiones*</i>	<i>Área (km²)</i>
De máxima prioridad regional:	
1. Bosques de pino y roble de la Sierra Madre Occidental (4)	204 374
2. Humedales del centro de México (6)	362
3. Chaparral costero de salvia californiano (8)	27 104
4. Matorral de cactus del norte de Sonora (9)	97 962
5. Bosques secos de Jalisco (2)	19 973
6. Bosques secos del Balsas (2)	161 098
7. Bosques de pino y roble transvolcánicos de México (4)	72 802
8. Bosques de pino y roble de la Sierra Madre del Sur (4)	41 129
De máxima prioridad regional para alcanzar una representación biorregional:	
1. Bosques secos de Tamaulipas y Veracruz (2)	40 858
2. Bosques húmedos de Tehuantepec (1)	146 752
3. Sabanas de Tabasco y Veracruz (5)	9 252
4. Sabanas de palmas de Jalisco (6)	555
5. Tundra alpina de México (7)	147
6. Matorral xérico de Puebla (9)	6 818

* El número entre paréntesis indica el tipo de hábitat al que pertenecen, de acuerdo con el cuadro 3.2.

3.3.3. Tipos de vegetación

El término “tipo de vegetación” se ha utilizado para designar la composición de especies de la cubierta vegetal de una región, área o lugar. La cubierta vegetal se refiere al conjunto de especies que tienen determinadas formas de vida o también a la agrupación de especies que por sus requerimientos y tolerancias ambientales tienen características comunes (por ejemplo en su fisonomía, tamaño y desarrollo). Para llevar a cabo la descripción de las comunidades vegetales se pueden considerar varios aspectos, entre los que destacan la flora (las especies componentes), la fisonomía (o apariencia de la vegetación), la ubicación geográfica y las características climáticas y edafológicas. Sin embargo, frecuentemente las clasificaciones incorporan nombres regionales cuyo empleo se ha generalizado independientemente del lugar que se trate; por ejemplo, el nombre de estepa, de origen ruso, es empleado por los biogeógrafos para designar formaciones herbáceas bajas y abiertas (Cordero y Morales, 1998).

La clasificación de la vegetación de México propuesta por Rzedowski (1978) es una de las más utilizadas por los científicos en el país. Rzedowski agrupó los principales tipos de vegetación de nuestro país de acuerdo con sus características fisiográficas, climáticas, edafológicas y fisonómicas (**figura 3.6, anexo 3.1**) y encontró, entre otras cosas, que la mayor parte del territorio nacional (38%) se encuentra cubierto por matorral xerófilo, seguido por bosques de coníferas y encinos (19%) y el bosque tropical caducifolio (14%) (**cuadro 3.5**).

Cuadro 3.5. Cobertura territorial por tipo general de vegetación con base en Rzedowski (1990)

<i>Tipo de vegetación</i>	<i>Área (km²)*</i>	<i>%</i>
Bosque mesófilo de montaña	17 886.86	0.92
Matorral xerófilo	732 817.84	37.62
Pastizal	159 110.23	8.17
Bosque espinoso	113 029.04	5.80
Bosque de coníferas y encinos	376 812.29	19.35
Bosque tropical perennifolio	193 726.05	9.95
Vegetación acuática y subacuática	23 023.99	1.18
Bosque tropical caducifolio	268 220.30	13.77
Bosque tropical subcaducifolio	63 127.27	3.24
Total	1 947 753.87	100

* La superficie se obtuvo de la carta digitalizada en el Sistema de Información Geográfica de la Conabio. Considera sólo parcialmente el territorio insular.

3.3.3.1. Inventario Nacional Forestal Periódico

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (ahora Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Sagar) inició la planeación y ejecución del Inventario Nacional Forestal Periódico en 1992, cuyos resultados fueron publicados en 1994. Con base en imágenes de satélite Landsat Landsat TM, tomadas entre 1991 y 1993, así como en información de campo, se produjo cartografía nacional a escala 1:250 000 que describe al país en términos de la vegetación que posee y su uso forestal.

Los resultados del inventario estiman la superficie forestal total de México en 141 742 169 ha, lo que representa 72.05% del territorio nacional, la cual incluye bosques, selvas, vegetación de zonas áridas, vegetación hidrófila y halófila, así como áreas perturbadas (**figura 3.7, anexo 3.2**). En particular, 40% son áreas arboladas ocupadas por bosques y selvas, que en relación con el total de la superficie del país equivale a 29%.

Aunque se reporta que alrededor de 70% de la superficie del país está cubierta por vegetación, es importante considerar que no toda posee vegetación original (esto es, que está perturbada) y que también se presentan áreas fragmentadas (con vegetación original remanente menor de 40%). Por lo tanto, al eliminar de la superficie total forestal reportada la correspondiente a las áreas perturbadas (16%), así como la extensión fragmentada de selvas (25.7%) y bosques (11.7%), la superficie forestal desciende a 109 159 326 ha, que re-

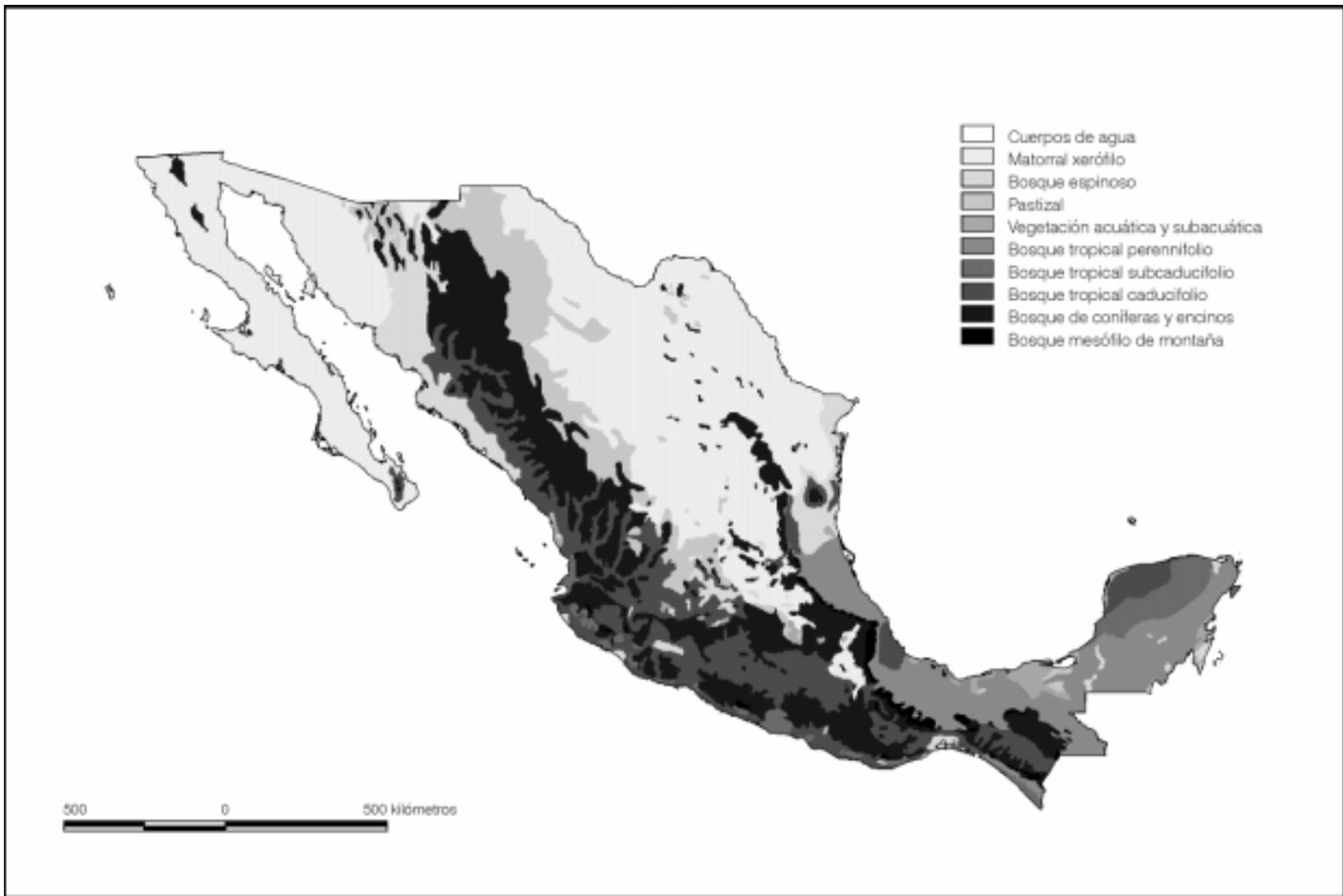


Figura 3.6. Tipos generales de vegetación potencial según Rzedowski (Rzedowski, 1990).

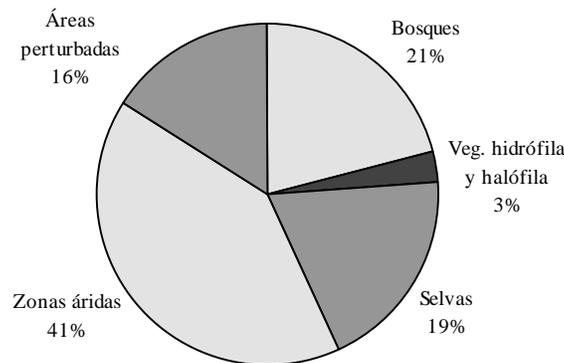


Figura 3.7. Porcentaje de la superficie forestal por ecosistema (SARH, 1994).

presentan 55.5% de la superficie del país. 44.5% de la superficie restante del país comprende áreas alteradas por diversas causas; incluye tanto a las selvas como a los bosques fragmentados, a las áreas forestales perturbadas y a otras áreas bajo algún tipo de uso (**figura 3.8**) (SARH, 1994).

Las mayores áreas de bosques de clima templado y frío están ubicadas en el norte del país, en los estados de Chihuahua y Durango, con 7.1 millones y 5 millones de ha, respectivamente. Las entidades con mayor superficie de selvas predominan hacia el sureste: Quintana Roo con 3.7 millones de ha, Campeche con 3.3 millones de ha, Oaxaca con 2.4 millones de ha y Chiapas con 2.2 millones de ha (SARH, 1994).

3.3.4. Ecosistemas acuáticos: costeros, marinos y dulceacuícolas

Con el fin de simplificar el análisis de las características estructurales de los distintos ecosistemas acuáticos, se presenta el diagrama de clasificación según Cowardin, *et al.* (1979), el cual describe los ecosistemas acuáticos desde las cuencas altas hasta los ecosistemas costeros al término de la cuenca, así como las particularidades de los cenotes y petenes en la Península de Yucatán y las aguas subterráneas en general (**anexo 3.3**). Se presenta también el esquema de clasificación Ramsar, el cual divide a la cuenca en cuatro segmentos y especifica la cuenca alta y media para humedales interiores, la cuenca baja para humedales costeros y la zona costera para humedales marinos (**anexo 3.4**).

Al considerar la variedad de morfoestructuras de la costa de México, un componente político (zona económica exclusiva) y dos componentes físicos (la planicie costera, que determina los límites continentales de la zona costera, y la plataforma continental, que determina los límites oceánicos de la zona costera), se llega a la regionalización costera y marina, la cual se muestra en la **figura 3.9**; en ésta se puede observar la importancia y el reto que están implicados en la administración de los recursos de la zona costera y marina.

Existen dos antecedentes recientes que permiten determinar la distribución de los hábitats costeros, ma-

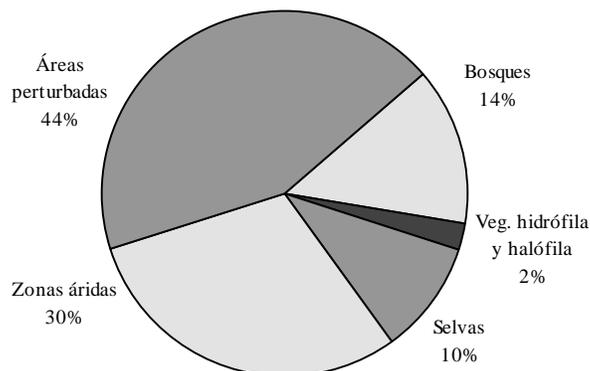


Figura 3.8. Porcentaje de la superficie forestal en relación con la total del país.

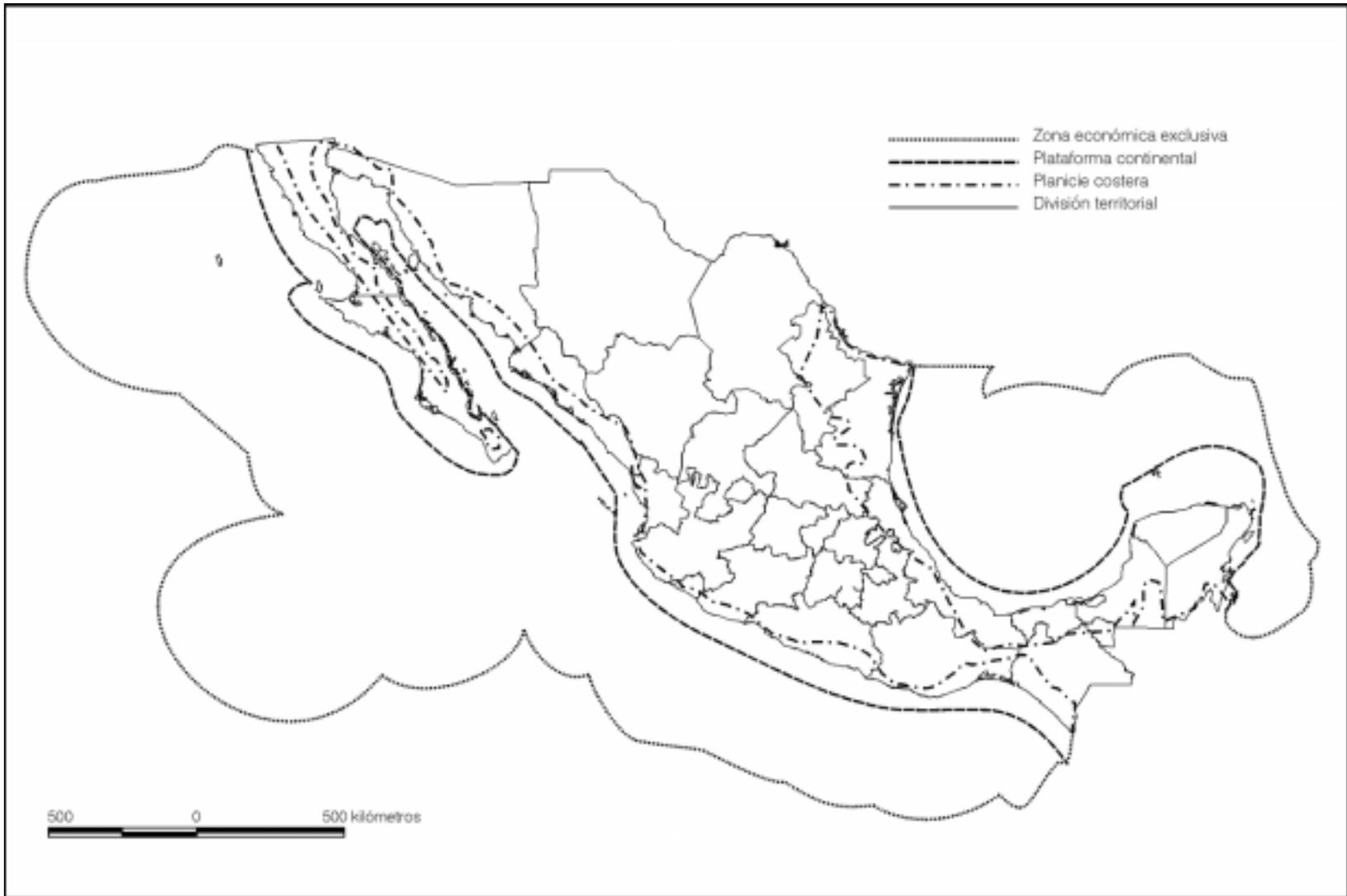


Figura 3.9. Regionalización de la zona costera y marina (Conabio, 1998).

rinos y dulceacuícolas de México; ambos utilizan la vegetación (presencia de hidrófitas) como un indicador de la presencia de humedales con base en imágenes de satélite. La primera aproximación se hizo en 1990 (mapa de humedales de México) y se identificaron los 32 humedales prioritarios, los diferentes tipos de vegetación hidrófita y los principales ríos en el país a una escala de 1:4 000 000 (**cuadro 3.6**). El segundo esfuerzo consistió en el Inventario Nacional Forestal (SARH, 1994), con el que queda de manifiesto la vegetación asociada a los humedales por extensión y por entidad federativa (**figura 3.10**).

Lagunas costeras

De los más de 11 000 km de litoral con que cuenta México, sobresalen las lagunas costeras, de las cuales se calcula que existen aproximadamente 130. Es importante resaltar que los estados de Tamaulipas, Baja California Sur y Campeche son los que poseen las lagunas costeras más grandes de México (Laguna Madre, Bahía Magdalena y Laguna de Términos, respectivamente). El resto de los estados como Veracruz y Sinaloa poseen, diseminadas por todo el litoral, lagunas costeras de tamaño mediano. Con respecto al resto de los estados, éstos mantienen una condición relativa que abarca poco menos de 50% de la extensión total de lagunas costeras de México (**figuras 3.11, 3.12 y 3.13**).

Cuadro 3.6. Humedales prioritarios de México (INE, 1993)

<i>Nombre</i>	<i>Estado</i>	<i>Superficie aproximada (ha)</i>
Ensenada del Pabellón	Sinaloa	80 000
Complejo Lagunar Topolobampo	Sinaloa	55 000
Laguna de Santiaguillo	Durango	30 740
Laguna Madre	Tamaulipas	200 000
Pantanos de Centla	Tabasco	302 700
Ría Lagartos	Yucatán	48 000
Marismas Nacionales	Nayarit y Sinaloa	200 000
La Encrucijada	Chiapas	80 000
Complejo Lagunar de Alvarado	Veracruz	280 000
Laguna de Babicora	Chihuahua	20 000
Laguna Los Mexicanos	Chihuahua	3 000
Zonas Húmedas de Guanajuato	Guanajuato	12 000
Bahía de San Quintín	Baja California	17 000
Lago de Cuitzeo	Michoacán	45 000
Lago de Chapala	Jalisco	112 500
Delta del Río Colorado	Sonora y Baja California	200 000
Laguna de Términos	Campeche	100 000
Laguna Tamiahua	Veracruz	105 000
Humedal de Tláhuac	Distrito Federal	800
Bahía de Santa María	Sinaloa	138 000
Laguna de Bustillos	Chihuahua	10 000
Lagunas Fierro y Redonda	Chihuahua	80
Celestún	Yucatán	60 000
Laguna Ojo de Liebre	Baja California Sur	50 000
Bahía San Ignacio	Baja California Sur	60 000
Bahía Magdalena	Baja California Sur	170 000
Presa Guadalupe Victoria	Durango	280
Estero El Soldado	Sonora	200
El Palmar	Yucatán	40 177
Cuatrociénegas	Coahuila	110 000
Zonas Húmedas de Sian Ka'an	Quintana Roo	450 000
Yalahau	Quintana Roo	85 000

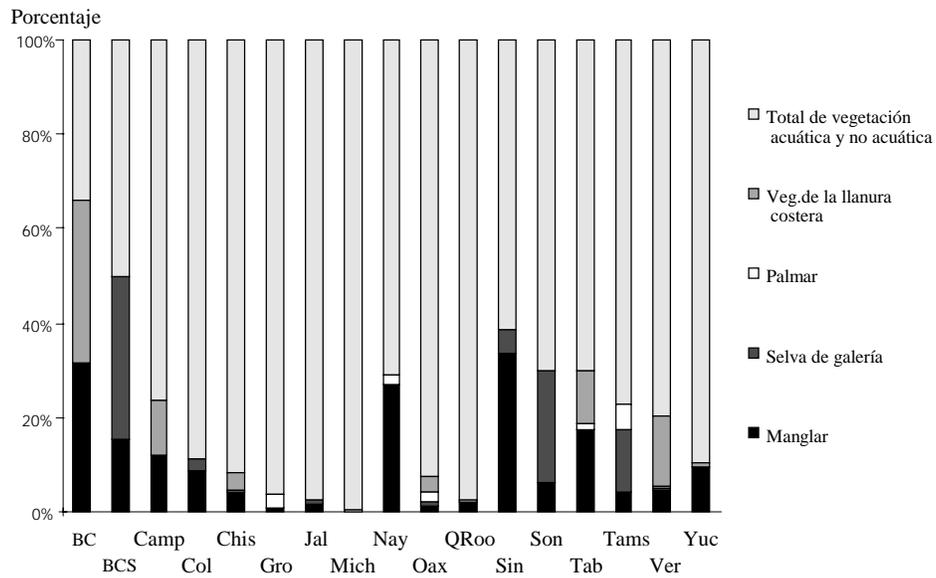


Figura 3.10. Ecosistemas forestales asociados a ambientes acuáticos (SARH, 1994).

Arrecifes de coral

Se han registrado un total de 152 especies de corales pétreos en México; de ellos, 139 corresponden al género *Scleractinia*: 97 a las aguas del Atlántico y 42 al Pacífico. Los corales de México poseen un alto porcentaje de la diversidad de la costa, como se pudo observar en este apartado. En el litoral del Golfo y Caribe de México se encuentran formaciones arrecifales ampliamente distribuidas; sin embargo, en la región Pacífica existen numerosas formaciones coralinas que no están limitadas a las aguas cálidas y tropicales del Caribe; sólo basta mencionar la región de Cabo Pulmo en Baja California Sur, única en su tipo. A continuación se presenta una descripción de los arrecifes que se encuentran en cada una de estas regiones.

En el Pacífico mexicano encontramos parches arrecifales que no son considerados en la literatura como arrecifes coralinos en el sentido amplio, sino como comunidades coralinas relevantes (Salazar y González, 1993). Los registros en esta costa del país sucedieron de la siguiente manera: en 1926 se registraron ciertas comunidades coralinas en la parte sur de Rocas Alijos y en Isla Clarión, estas últimas señaladas como arrecifes de tipo plataforma. Se mencionó también que al norte de Isla María Magdalena hay comunidades coralinas,

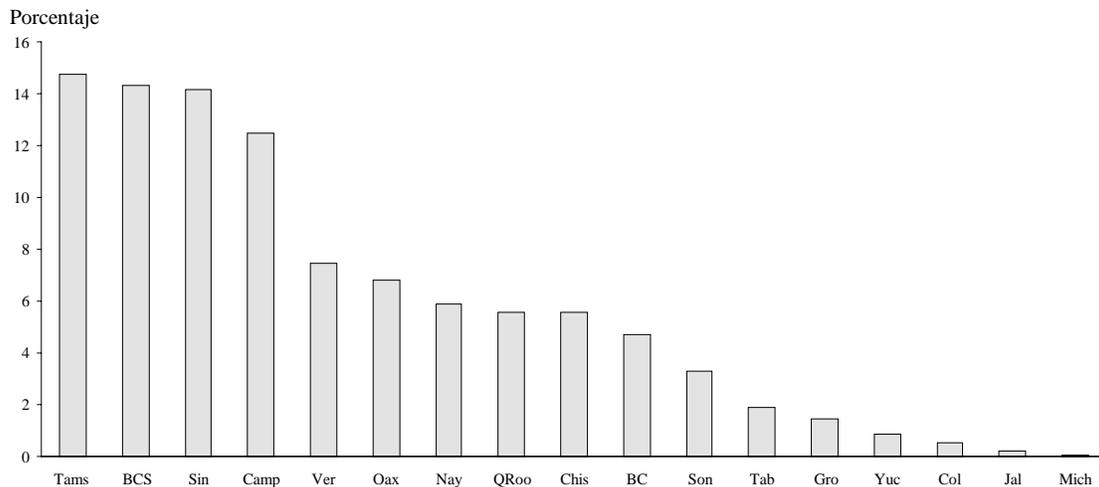


Figura 3.11. Extensión de los ecosistemas lagunario-estuarinos por estado (Sedesol, 1994).

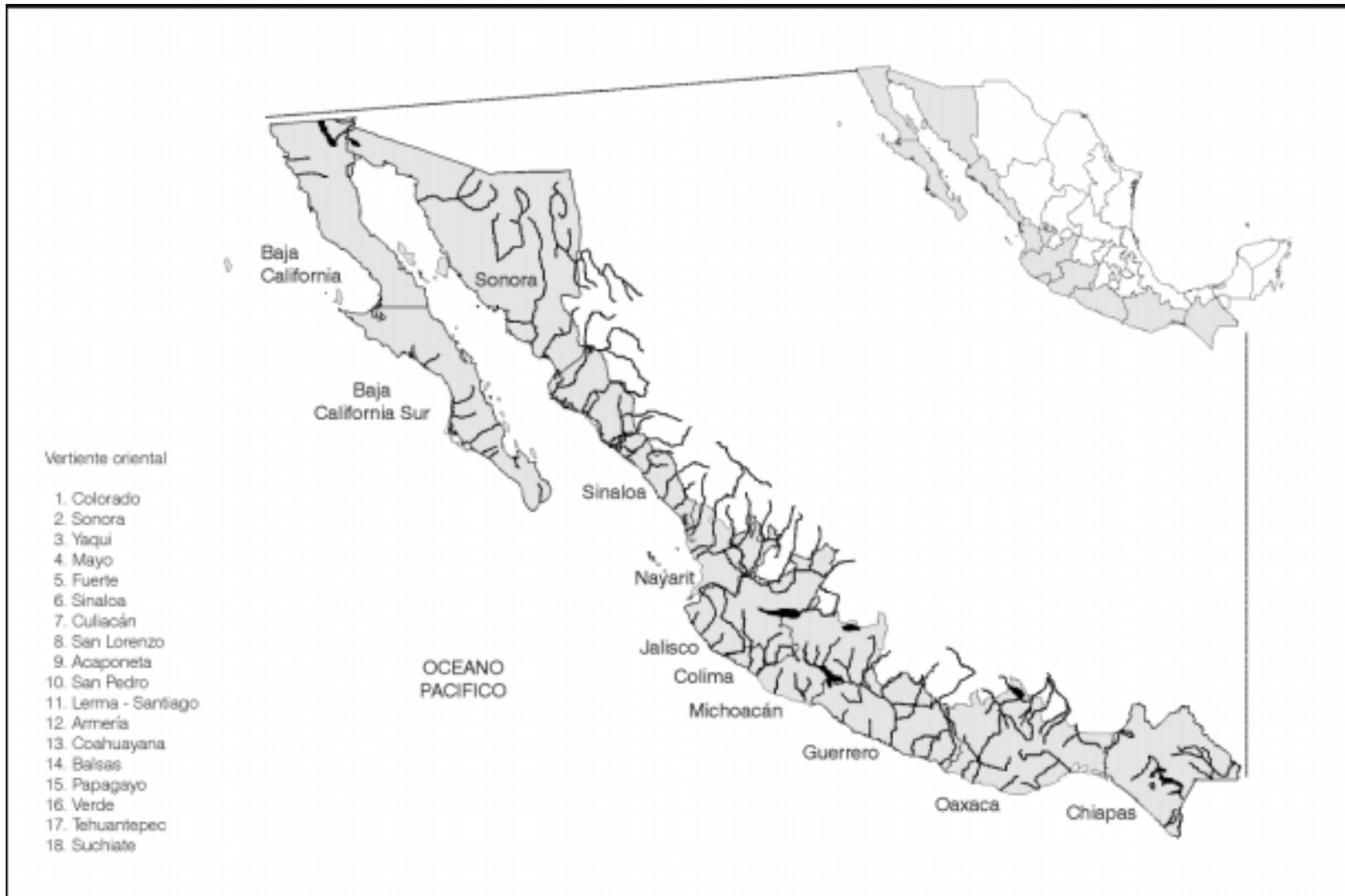


Figura 3.12. Litoral pacífico (Conabio, 1998).

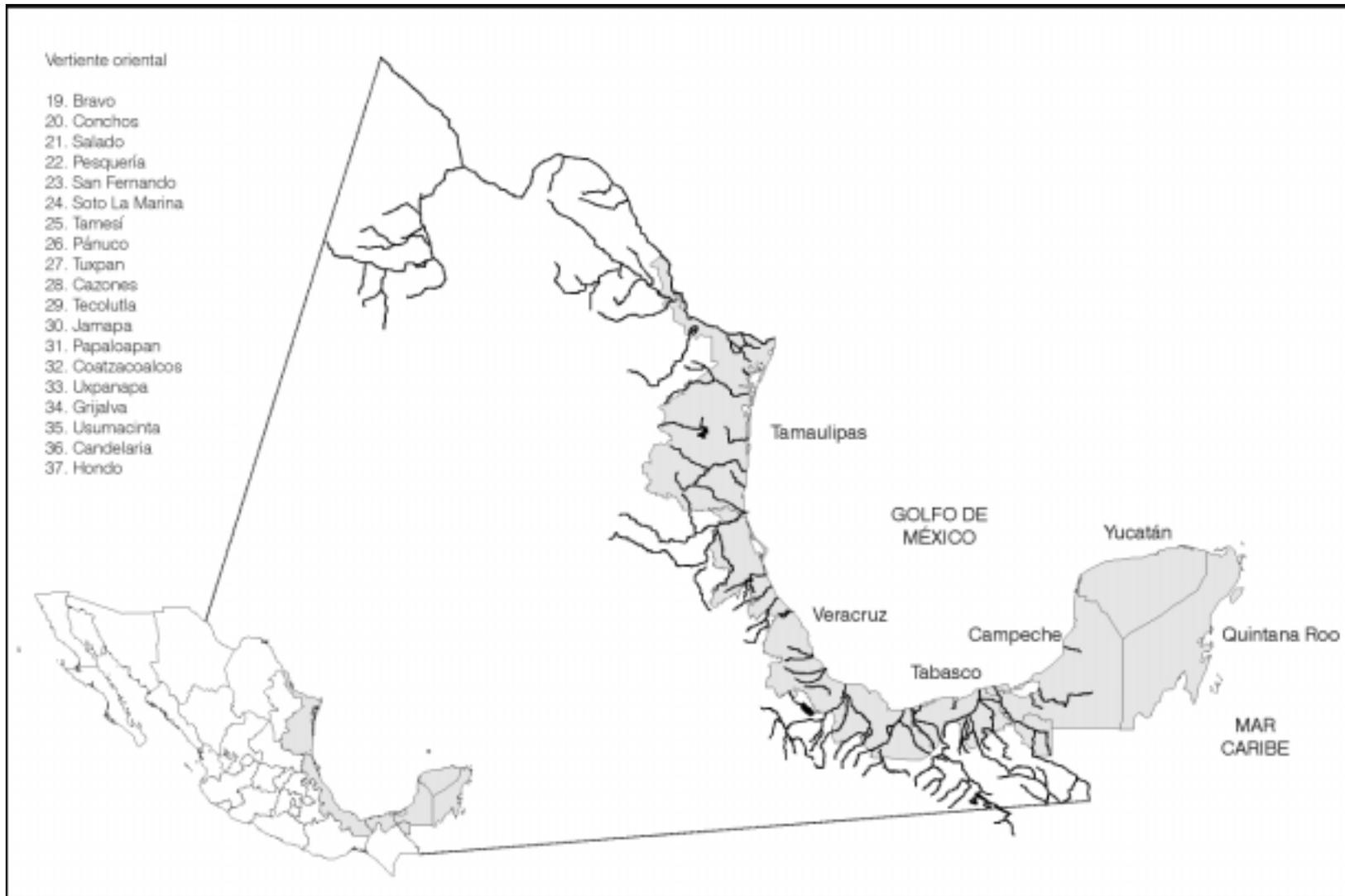


Figura 3.13. Litoral atlántico (Conabio, 1998).

pero poco se sabe sobre ellas; en 1928 se registró un bloque monoespecífico de *Pocillopora elegans* de unos 160 m de ancho en la bahía de Puerto Escondido, Oax.; existe una comunidad de *Porites californica* en Isla Carmen, Golfo de California. Se realizó un estudio en el Golfo de California donde se describieron comunidades arrecifales de Cabo Pulmo, en donde se presenta mayor diversidad. En la bahía de San Gabriel, Isla Espíritu Santo y en la bahía Salinas, Isla Carmen (**figura 3.14**).

Por otra parte, el Golfo de México es básicamente un área de sedimentación terrígena; a pesar de esto, existen formaciones arrecifales que se pueden diferenciar en las tres zonas que se describen a continuación (**figura 3.15**). 1) Veracruz norte: ubicados al sureste de Cabo Rojo, frente a la laguna de Tamiahua, se encuentran los arrecifes Blanquilla, Medio y Lobos y frente a Tuxpan, al noreste de la desembocadura del río Tuxpan, los arrecifes Tangüijo, Enmedio y Tuxpan. 2) Veracruz sur: representada por el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), dividido en dos grupos por la desembocadura del río Jamapa-Atoyac; el grupo norte abarca los arrecifes de Punta Gorda y Punta Majagua, Galleguilla, Anegada de Adentro, La Blanquilla, La Gallega, Pájaros, Isla Verde, Hornos, Isla Sacrificios, Punta Mocambo (Arrecife Ingeniero), Giote y Punta Coyol. El grupo del sur incluye los arrecifes de Anegada de Afuera, Topatillo, Santiaguillo, Anegadilla, Polo, Isla de Enmedio, Blanca, Chopas, El Rizo y Cabezo. 3) Banco de Campeche: abarca los arrecifes Alacrán, Cayo Arenas, Triángulos Oeste, Este y Sur y Cayo Arcas.

En el Caribe mexicano, el desarrollo arrecifal es mucho mayor que en el Golfo; el margen oriental de la Península de Yucatán se encuentra bordeado por un arrecife de barrera discontinuo, que corre desde el extremo norte de la península hasta la Bahía de Chetumal en el sur, y se prolonga más allá de nuestras costas. El arrecife coralino, que se presenta desde el litoral norte del estado de Quintana Roo, crece próximo a la costa a manera de barrera discontinua y se prolonga hacia las zonas costeras de Belice y Honduras; tal barrera arrecifal es conocida como el gran cinturón de arrecifes del Atlántico occidental. Frente a la costa sur de Quintana Roo, en específico de la Bahía de Chetumal, se localiza el atolón conocido como Banco Chinchorro el cual presenta una forma ovalada con 46 km de largo (norte a sur), 15 km de amplitud (este a oeste) y un área total de 800 km²; está separado del continente por una distancia de 30 km y rodeado por un declive submarino que alcanza profundidades de hasta 1 km. (Aguilar y Aguilar, 1995). Existen, además, varios parches arrecifales diseminados, como los que se localizan en la zona oeste de Isla Contoy y la playa El Garrafón al sur de Isla Mujeres. La barrera de arrecifes de la Península de Yucatán se encuentra mejor desarrollada en la parte norte, en donde existen estructuras que llegan a tener hasta 10 km de largo de manera continua, con 3 km de ancho, y una laguna arrecifal de hasta 10 m de profundidad.

Lagos, lagunas y ríos

En la República Mexicana existen 14 mil cuerpos de agua lagunaria (cuerpos de agua interiores), de los cuales el mayor número se localiza en la zona centro occidente, que incluye los estados de Jalisco y Michoacán, siguiendo en importancia la región centro sur y la norte (**figura 3.16**). De estos sistemas lagunarios destacan por su abundancia los embalses artificiales (ver capítulo 1), que ocupan 67.13% de los cuerpos hídricos y cubren 188 781 ha, que representan 14.74% de la superficie inundada de aguas epicontinentales.

3.3.5. Islas

Una isla es una extensión natural de tierra rodeada de agua (Segob/UNAM, 1988). Como se detalla en el capítulo 1, México cuenta aproximadamente con 371 islas distribuidas en el Océano Pacífico, en el Golfo de California, en el Golfo de México y en el Mar Caribe (INE, 1994).

Por su ubicación (Tamayo, 1979), las islas se clasifican en: 1) continentales, localizadas a menos de 12 millas del litoral, 2) oceánicas, cuando se encuentran a 12 millas o más de la costa y 3) interiores, cuando se ubican en lagos y lagunas al interior del continente. Por su origen (López-Ramos, 1979), se clasifican por 1) hundimiento, cuando surgen a causa de movimientos tectónicos que sumergen territorio y originan islas, 2) levantamiento, cuando algunas áreas sumergidas emergen a causa del desplazamiento de bloques, 3) vulcanismo,

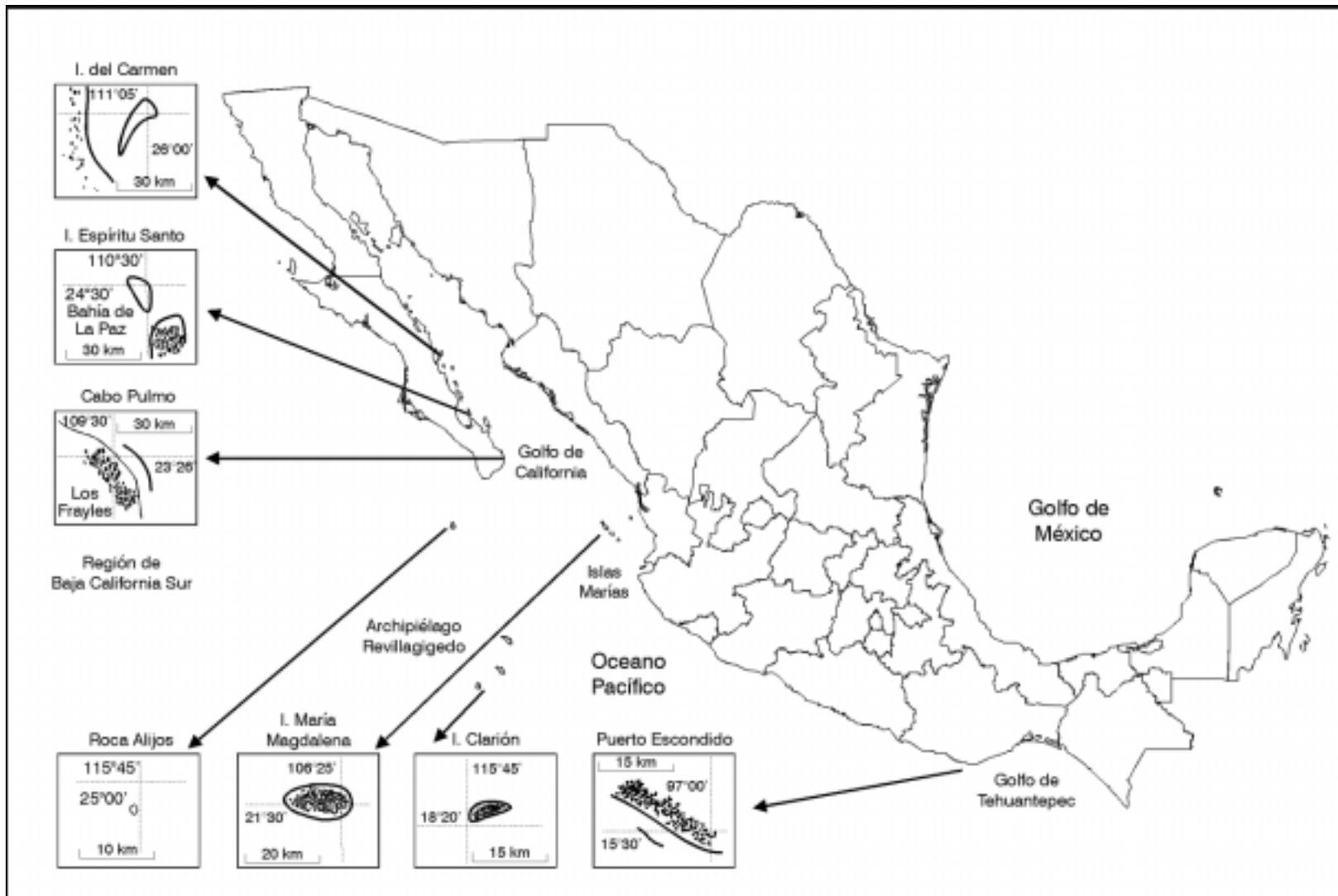


Figura 3.14. Arrecifes de la región del Pacífico (Conabio, 1998).

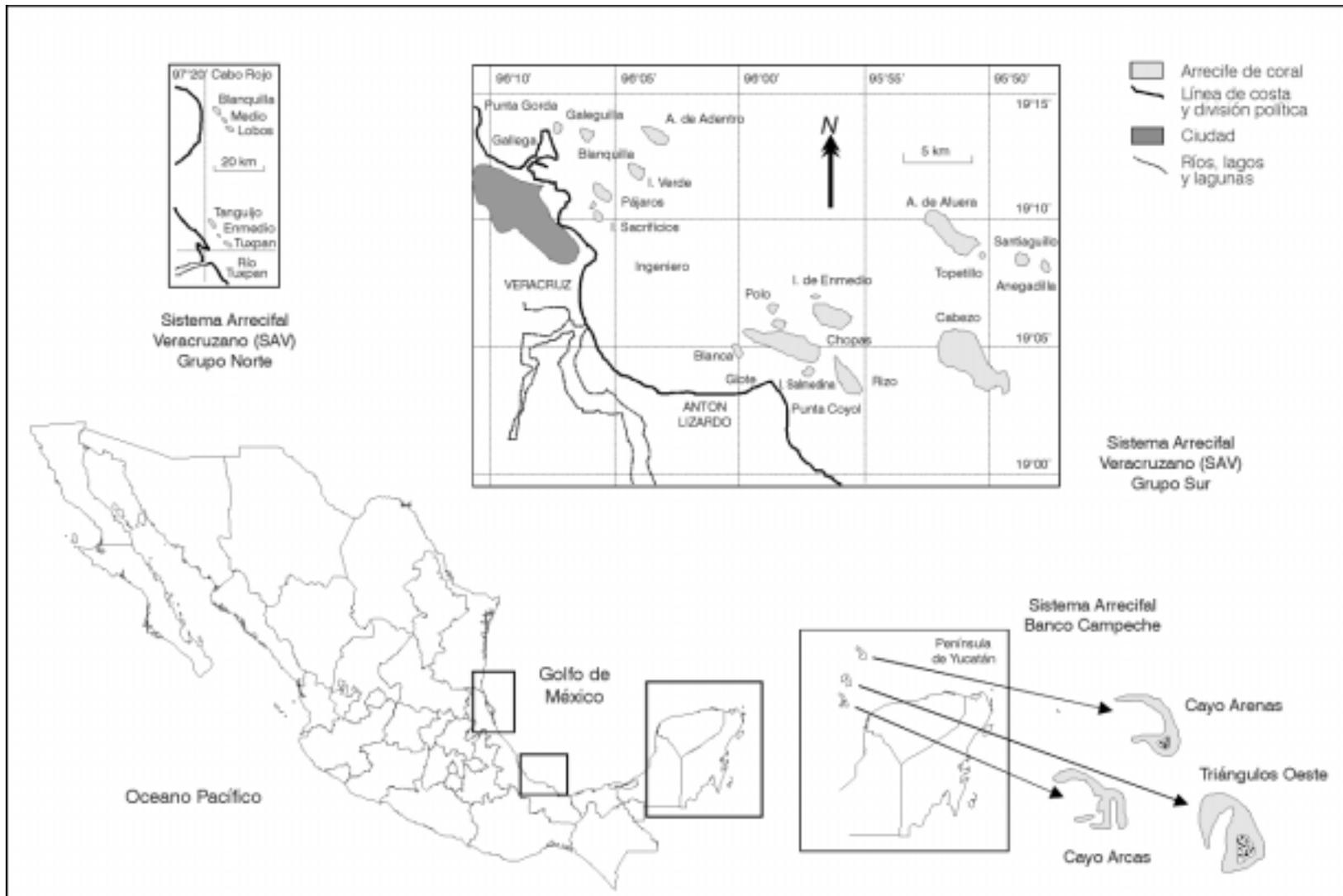


Figura 3.15. Arrecifes del Golfo de México (Conabio, 1998).

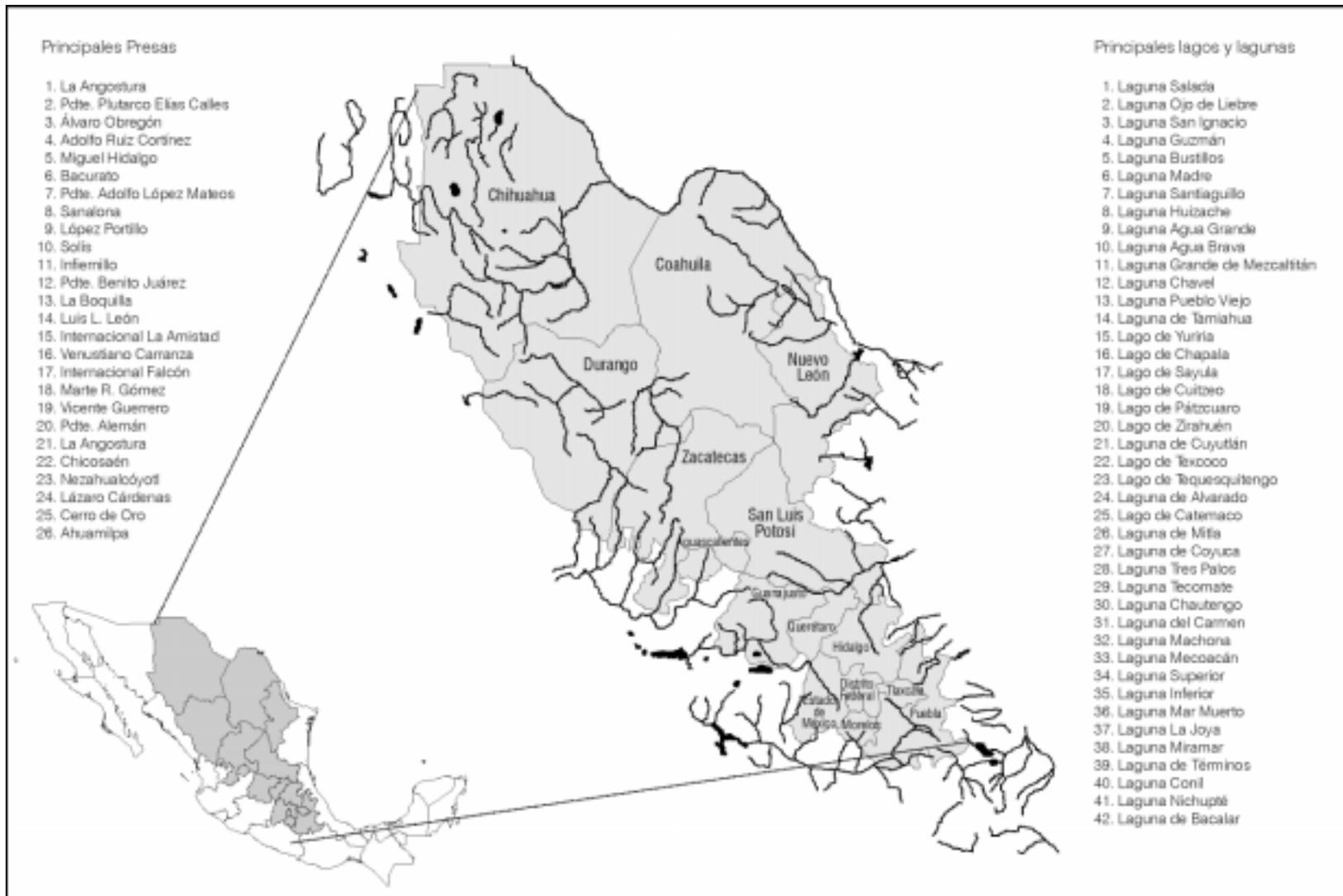


Figura 3.16. Aguas interiores (Conabio, 1998).

cuando se forman por el depósito de magma y residuos volcánicos, y 4) erosión, cuando por una serie de eventos como mareas, lluvia y vientos se desgasta el territorio y da origen a una isla. Por su posición geográfica (Segob y Sedemar, 1987) se distinguen las islas que: 1) están bajo la soberanía de las entidades federativas, 2) están situadas en medio del océano cuyo espacio marino está bajo jurisdicción nacional y 3) islas de un estado cuyo territorio continental está lejano geográficamente.

La riqueza biológica que presentan las islas mexicanas es enorme. La diversidad de ambientes de las islas, dada en gran medida por su configuración fisiográfica, favorece la formación de microhábitats que propician el establecimiento de especies singulares. Por ello las islas presentan un alto grado de endemismo (**estudio de caso: Islas del Golfo de California**).

3.4. Diversidad de especies

La diversidad de especies es el número de especies diferentes que conviven en un área geográfica determinada. Generalmente se hace referencia a la riqueza de especies de un grupo o taxón particular; por ejemplo, se habla de la riqueza de especies de pinos o de la riqueza de especies de vertebrados (Cordero y Morales, 1998). Junto con Brasil, Colombia e Indonesia, México se encuentra en los primeros lugares de las listas de riqueza de especies. Ocupa el primer lugar en el mundo en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios y plantas. En términos generales se puede decir que en nuestro país se encuentra al menos 10% de la diversidad terrestre del planeta (Mittermeier y Goettsch, 1992) (**cuadro 3.7**).

Cuadro 3.7. Países con mayor diversidad de especies de vertebrados y plantas
(Mittermeier y Goettsch, 1992)

Grupo	País y número de especies				
Plantas	Brasil	Colombia	China	México	Australia
	55 000	45 000	30 000	26 000	25 000
Anfibios	Brasil	Colombia	Ecuador	México	Indonesia
	516	407	358	282	270
Reptiles	México	Australia	Indonesia	Brasil	India
	707	597	529	462	433
Mamíferos	Indonesia	México	Brasil	China	Zaire
	519	439	421	410	409

Además, nuestro país se distingue por contar con una gran cantidad de especies distribuidas exclusivamente dentro de sus límites geopolíticos, es decir, son especies endémicas en México (**cuadro 3.8**). La existencia de una extraordinaria planta de la Selva Lacandona en Chiapas, cuyo nombre científico es *Lacandonia schismatica*, constituye un ejemplo de endemismo; sus características son tan exclusivas que los botánicos han tenido que ubicarla en una familia de plantas nueva para la ciencia (Martínez y Ramos, 1989). Se registran más de 1 200 especies de fanerógamas endémicas, de las cuales se distinguen por su porcentaje de endemismo las cactáceas con 79%, las agaváceas con 67% y las nolináceas con 65% (Arias, 1993; García y Galván, 1995; Rzedowski, 1996). Más de 900 especies de vertebrados son endémicas en México, de los cuales destacan los anfibios con 60% de ellos ubicados exclusivamente en nuestro territorio (Flores y Gerez, 1994).

El número total de especies conocidas en México es de 64 878 aproximadamente (**figura 3.17**). La expresión de especies conocidas se refiere a las especies descritas o que cuentan con un nombre científico, y el número total se basa en la suma de especies por grupo para las que existen datos publicados. Al considerar el número de especies que se esperaría encontrar dentro de los mismos grupos, la estimación del número total de especies en México es de 212 932 especies, cantidad que seguramente se superará en la medida que el conocimiento sobre dichos grupos y de otros se profundice.

A continuación se hace un breve recuento de especies por grupo de organismos. La extraordinaria riqueza de especies de México, que se puede apreciar a partir de estas cantidades, es sólo una subestimación de la

Estudio de caso: islas del Golfo de California

El Golfo de California se encuentra ubicado en la región nor-occidental de México, entre los 18 y 35 grados de latitud norte, dentro de la región subtropical. Es una cuenca marina de forma alargada con una orientación de noroeste a sureste, limitada al oriente por los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit, al occidente por la Península de Baja California y al sur por una línea imaginaria entre Cabo San Lucas, Baja California Sur, y Cabo Corrientes, Jalisco. A lo largo y ancho de este mar se distribuyen aproximadamente cien islas y otros tantos islotes, ubicados desde las cercanías de la desembocadura del Río Colorado hasta el paralelo 21.

La región del Golfo de California presenta una escasa precipitación pluvial debido a su localización geográfica y a la presencia de cordilleras con cimas de más de 3 mil metros de altura que se sitúan a lo largo de la Península de Baja California. La humedad proveniente del Océano Pacífico es retenida por las laderas occidentales de las sierras, donde se precipita. La presencia de esta barrera, así como la de extensas zonas áridas alrededor del Golfo de California, contribuyen a la producción de un clima más continental que oceánico.

La compleja topografía submarina del Golfo de California favorece su alta productividad. El Golfo de California y la costa occidental de Baja California forman una de las más importantes áreas que poseen aguas fértiles en el Océano Pacífico. La abundancia de plancton permite la existencia de grandes poblaciones de sardinias, anchovetas, macarelas y otros peces pequeños que viven cerca de la superficie del mar; éstos a su vez son el alimento de peces como las cabrillas y los jureles, así como de enormes poblaciones de aves marinas y mamíferos marinos (ej. delfines y lobos marinos).

La biota marina está constituida de especies características de la zona costera (parte de la tierra en contacto con el mar), de la zona bentónica (fondo del mar) y de la zona pelágica (mar abierto). Los organismos que habitan estas zonas pertenecen a una gran variedad de grupos, desde bacterias y protozoarios hasta moluscos, artrópodos y cordados, los cuales han desarrollado una gran variedad de adaptaciones de acuerdo con la parte de la zona en la que se desarrollan. Para darnos una idea de la gran diversidad de los organismos marinos que podemos encontrar, tan sólo en la zona costera se distinguen a su vez por el tipo de sustrato del que se trate, ya que en la franja costera se diferencian los sustratos arenosos (playas arenosas), rocosos (playas rocosas) y fangosos (lagunas costeras, esteros y manglares); destaca la presencia del Arrecife Pulmo, localizado entre La Paz y Cabo San Lucas, el cual es considerado como el único arrecife coralino del golfo. Algunos organismos habitantes de la zona bentónica (ej. camarón, calamares, caracoles y jaibas) la hacen una zona importante en la explotación de recursos pesqueros. Además de la importancia de las especies que constituyen el plancton en la zona pelágica, otras especies relevantes son: las sardinias y anchovetas, como alimento de peces mayores, de mamíferos y aves marinas; el pez espada, el pez vela, el dorado, el pez gallo, el marín y el jurel, especies importantes por su demanda en la pesca deportiva; la totoaba, la tortuga marina (con cinco de los siete géneros que se conocen en el

mundo), cetáceos (ej. delfín, vaquita y ballenas), importantes por su papel biológico dentro de estos sistemas marinos y, por tanto, objeto de intensas acciones de conservación.

En relación con la flora terrestre, en todas las islas existen elementos de varios tipos de vegetación; el más seco, el desierto micrófilo, es más evidente hacia el norte, mientras que las islas del sur presentan una vegetación más diversa determinada fuertemente por una mayor precipitación pluvial. En las islas del Golfo habitan entre 600 y 650 especies de plantas terrestres, lo que representa entre 2 y 3% de las plantas descritas para México.

Dentro de los grupos de fauna terrestre descritos para las islas del Golfo se encuentran los insectos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Los insectos son probablemente los invertebrados más diversos y constituyen una fauna con una gran capacidad de adaptación a ambientes muy variados; son fuente importante de alimento para reptiles, aves y mamíferos, y muchos fungen como importantes polinizadores. Sólo se reconocen dos especies de sapos para el grupo de anfibios; en cambio, para el grupo de reptiles existen alrededor de 65 especies, entre las que se encuentran lagartijas, iguanas, serpientes y tortugas. Las aves son un grupo muy heterogéneo de acuerdo con las zonas en las que se distribuyen principalmente; por ello se distinguen aves marinas, aves acuáticas o costeras y aves terrestres. Por último, se han reportado aproximadamente 40 especies de mamíferos terrestres para las islas del Golfo; los pequeños mamíferos (ej. ratas y ratones) son especies abundantes; los medianos y grandes mamíferos (ej. liebres, cacomixtles, zorras, coyotes y venados) sólo viven en las islas más grandes como Tiburón, San José, Carmen y Espíritu Santo.

Cada una de las islas del Golfo de California posee una combinación propia de características geológicas, climáticas y biogeográficas que las hacen ser entidades evolutivas únicas, y en ellas se han establecido y desarrollado especies particulares. Por ello, las islas del Golfo de California son ricas en especies endémicas, es decir que solamente ahí habitan. La mayor cantidad de endemismos en vertebrados terrestres registrados para Baja California Sur y Baja California se localiza en las islas del Golfo; de las 40 especies de mamíferos terrestres reportadas, cerca de 40% son endémicas en las islas. De las 120 especies de cactáceas que se encuentran en las islas, la mitad son endémicas.

Las islas del Golfo de California no solamente son laboratorios de la evolución sino que han sido, y pueden seguir siendo, importantes laboratorios naturales para la investigación, la docencia y la difusión. El relativo aislamiento en que han permanecido las islas las hace atractivas para estudiar especies nativas de interés para el hombre y comparar sus poblaciones en un ambiente con poca perturbación humana (la isla) con otro de perturbación considerable (el continente).

Las islas del Golfo de California conforman hoy en día uno de los archipiélagos menos perturbados de la Tierra. Lograr su protección significa preservar su diversa y frágil riqueza biológica, que representa un patrimonio único para México y para la humanidad.

Cuadro 3.8. Riqueza de especies y endemismos en México para grupos seleccionados

Grupo	Número de especies en México			
	Total	%*	Endémicas	%**
Pteridofitas ¹	1 000	11	>190	19
Pinos ²	48	48	21	44
Agaváceas ³	217	75	146	67
Nolináceas ³	49	89	32	65
Cactáceas ⁴	900	45	715	79
Moluscos marinos ⁵	4 100	8	>920	22
Araneidos ⁶	2 506	7	1 759	70
Decápodos ⁷	1 410	14	>98	7
Himenópteros ⁸	2 625	8	194	7
Lepidópteros ⁹	2 610	8	200	8
Coleópteros ¹⁰	7 988	5	>2 087	26
Peces de agua dulce ¹¹	506	6	163	32
Anfibios ¹²	290	7	174	60
Reptiles ¹²	704	11	368	52
Aves ¹³	1 054	11	111	11
Mamíferos ¹⁴	491	12	142	29

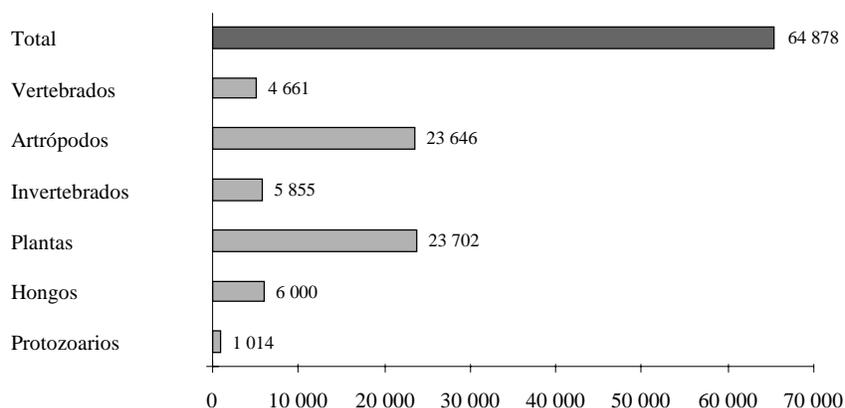
* Porcentaje en relación con el número de especies por grupo en el mundo.

** Porcentaje en relación con el total de especies mexicanas por grupo.

Fuentes: (1) Riba, 1993; Lira y Riba, 1993. (2) Styles, 1993. (3) García y Galván, 1995. (4) Arias, 1993; Rzedowski, 1996. (5) González, 1993; Reguero y García, 1993. (6) Vázquez, 1996a, b, c, d, e y f; Barnes, 1984; Jiménez, 1996. (7) Hendrickx, 1993; Álvarez *et al.*, 1996. (8) Ayala *et al.*, 1996; Rodríguez, 1996; Rojas, 1996. (9) Razowski, 1996; Solís, 1996; Llorente *et al.*, 1996a. (10) Morón, 1996a y b; Anderson y O'Brien, 1996; Zaragoza y Mendoza, 1996; Navarrete y Newton, 1996; Noguera y Chemsak, 1996; Hespeneide, 1996. (11) Espinosa, 1993; Flores y Gerez, 1994; (12) Flores, 1993a; Flores y Gerez, 1994; (13) Navarro y Benítez, 1993; Flores y Gerez, 1994; (14) Cervantes *et al.*, 1994; Salinas y Ladrón de Guevara, 1993; Auriolos, 1993.

diversidad real, ya que existen muchas zonas geográficas del país que aún no han sido estudiadas en detalle, así como muchos grupos taxonómicos de los que poco o casi nada se sabe. Por lo anterior, es de esperarse que el número de especies que posee México sea aún mayor. Los datos que se exponen en este apartado provienen del documento denominado Recuento de la Biodiversidad de México (Cordero y Morales, 1998).

Es necesario aclarar que en las tablas de las secciones por grupo que se presentarán a continuación, el número total de especies descritas dentro de cada uno se obtuvo de la suma de los datos presentados; cuando el total es un número mayor al que se obtendría con la suma directa, se fundamenta por la referencia a la que se hace mención. Es necesario resaltar, como ya se dijo anteriormente, que este manejo de datos responde únicamente

**Figura 3.17.** Número de especies por grupo registrado en México.

a la finalidad de darnos una idea del estado del conocimiento de la riqueza biológica de nuestro país, y resulta claramente una subestimación de la diversidad real de especies. Sin embargo, resulta una buena aproximación cuando consideramos el estado del conocimiento de las especies que se tiene mundialmente. La Agenda Sistemática 2000 (Systematics Agenda 2000, 1994) estima que existen alrededor de 12 millones de especies en la Tierra y que inclusive podrían ser hasta 118 millones, de las cuales registra que se conocen aproximadamente 1 604 000. Por su parte, el Instituto de los Recursos Mundiales (WRI, 1997) estima que existen alrededor de 10 millones de especies en el planeta; inclusive maneja que pueden existir hasta 100 millones, de las cuales tiene registradas como descritas (*i.e.* que tienen nombre) a un total de 1 376 142 especies (**anexo 3.5**).

Para contar con datos que nos permitan conocer la situación nacional en comparación con la mundial en materia de riqueza de especies, se maneja el porcentaje del total de especies del mundo que se encuentran en México; el dato a nivel mundial se obtuvo directamente de las fuentes consultadas, pero cuando éste no era el caso se consideraron los datos presentados por el Instituto de los Recursos Mundiales (WRI, 1997), por la Agenda Sistemática 2000 (Systematics Agenda 2000, 1994), o el calculado indirectamente con base en porcentajes mundiales. Igualmente, cabe aclarar que tanto la denominación como la agrupación de los tipos de organismos procuró hacerse de una manera didáctica sin atender a reglas taxonómicas estrictas, ya que los datos provienen de fuentes no homogéneas.

3.4.1. *Microorganismos*

Se considera dentro de este grupo tanto a las bacterias y protozoarios, como a las algas y hongos microscópicos. Estos organismos son poco conocidos; sin embargo, se reconoce la importancia de este grupo en la evolución y diversificación de la vida que existe en la Tierra (López-Ochoterena, 1993). Debido a la falta de datos, en este punto no se trata la diversidad de los grupos de bacterias y algas; la información del grupo de hongos microscópicos se presenta en el apartado dedicado a hongos en general.

3.4.1.1. *Protozoarios*

La diversidad de este grupo se ha registrado sobre especies de vida libre, reportada de diversos ambientes acuáticos (aguas marinas, pantanos salobres, aguas dulces de ríos, zonas lacustres, manantiales de aguas minerales, de agua potable, de aguas negras) y edáficos. Las especies asociadas a otros seres vivos también han sido objeto de numerosos trabajos (**cuadro 3.9**). El total de especies conocidas de protozoarios de vida libre es de 633, incluidas 41 formas descritas por primera vez en el mundo. De igual manera, es 381 el total de especies registradas asociadas a otros seres vivos con 90 especies nuevas para el mundo, de las cuales se distinguen 202 asociadas a animales y plantas silvestres y 179 asociadas a animales domésticos. En relación con el total mundial conocido, el porcentaje de especies estudiadas de México representa 2.54%. En estos resultados no están contemplados los foraminíferos (fósiles y vivientes) y tampoco las especies parásitas del ser humano (López-Ochoterena, 1993).

3.4.2. *Hongos*

Las estimaciones más recientes sobre este grupo indican que existen al menos 6 mil especies conocidas de hongos, lo que representa aproximadamente 9% del total mundial. Sin embargo se ha estimado un total de hongos para México de hasta 120 mil especies (**cuadro 3.10**). De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol-1994, están reconocidas 59 especies de hongos en peligro.

3.4.3. *Plantas*

Al tomar en cuenta los registros de algas, briofitas, pteridofitas y fanerógamas, el número de especies de plantas que existen en el territorio nacional es por lo menos de 23 702 (con un número de fanerógamas de 18 mil especies según Rzedowski, 1996). El número total de especies de plantas podría ser de 27 402 si consideramos

Cuadro 3.9. Recuento de la diversidad de especies registradas de protozoarios en México (López-Ochoterena, 1993)

<i>Vida libre</i>		<i>Asociados a otros seres vivos</i>	
<i>Grupo</i>	<i>Especies</i>	<i>Grupo</i>	<i>Especies</i>
Fitomastigóforos	180	Fitomastigóforos	4
Zoomastigóforos	28	Zoomastigóforos	101
Rizopodeos	100	Opalinateos	21
Actinopodeos	9	Lobóseos	7
<i>Sarcomastigóforos</i>	<i>317</i>	<i>Sarcomastigóforos</i>	<i>133</i>
Ciliados	316	Esporozoarios	109
<i>Cilióforos</i>	<i>316</i>	<i>Apicomplejos</i>	<i>109</i>
Subtotal	633	Microspóreos	1
		Kinetofragmonóforos	88
		<i>Microspóreos</i>	<i>89</i>
		Oligohimenóforos	44
		Polihimenóforos	6
		<i>Cilióforos</i>	<i>50</i>
		Subtotal	381
Total de especies: 1 014			

que el número estimado de fanerógamas es de 21 600. Más aún, al considerar que la relación estimada mundialmente entre el número de especies de fanerógamas y de criptógamas (algas, briofitas y pteridofitas) es de aproximadamente 5:3, Rzedowski (1992 y 1996) calcula el número total de especies de plantas en México en 36 mil. Lo anterior representa 9% del total mundial de la riqueza de plantas, el cual podría llegar a ser entre 10 y 14%. El número de especies endémicas es cercano a 10 mil, lo que representa 40% del total de plantas del país.

3.4.3.1. Plantas no vasculares

Algas

La diversidad de la flora algal marina de México es de aproximadamente 1 006 especies en el Pacífico y 553 en el Atlántico, mientras que para la diversidad algal dulceacuícola se han reportado 1 102 especies. En general, esta riqueza de especies representa el 10% de las algas del mundo (Pedroche *et al.*, 1993) (**cuadro 3.11**).

Briofitas

Los inventarios de la brioflora mexicana registran alrededor de 2 000 especies y variedades (Cronquist, 1986; Delgadillo, 1993) (**cuadro 3.11**). Aunque no se tienen cifras sobre el porcentaje de endemismo de este grupo,

Cuadro 3.10. Recuento de la diversidad de especies de hongos registradas y estimadas de México

<i>Grupo</i>	<i>Especies</i>	<i>% mundial</i>	<i>E.P.</i>	<i>Referencia</i>
Micromicetos	2 000	—	—	Guzmán (1994, 1995)
Macromicetos (incluye líquenes)	3 813	—	50*	Guzmán (1994, 1995)
Mixomicetos	187	37.4	—	Ogata <i>et al.</i> (1994)
Total	6 000 [120 000]	8.57	60*	Guzmán (1994, 1995)

Especies: número total de especies registradas en México; cuando los autores dan una estimación del número total probable, ésta se presenta entre corchetes.

% mundial: porcentaje del total de especies del mundo que se encuentran en México.

E.P.: número de especies en peligro (también reconocidas como especies en riesgo).

* Número de especies incluido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol-1994 en alguna de sus categorías: "en peligro de extinción", "amenazadas", "raras" y "sujetas a protección especial" (véase capítulo 5).

estudios preliminares señalan la existencia de por lo menos 103 especies de musgos endémicos y se han reconocido recientemente 25 especies de musgos en peligro (Delgadillo en Romeu, 1996).

3.4.3.2. Plantas vasculares

Pteridofitas

Las pteridofitas representan cerca de 5% de las especies de plantas vasculares en el país. Su diversidad se estima entre 1 000 y 1 100 especies pertenecientes a 110 géneros, de las que aproximadamente 190 son endémicas (Riba, 1993; Lira y Riba, 1993) (**cuadro 3.12**). En México se encuentra alrededor de 11% del total de especies de pteridofitas del mundo y está representado 75% (95) de los géneros reportados para América. La mayoría de las especies se encuentran en zonas tropicales, y es el bosque mesófilo el tipo de vegetación más rico en este tipo de plantas; le siguen la selva perennifolia, el bosque de pino-encino, la selva caducifolia, los matorrales xerófilos y la vegetación acuática (Riba, 1993).

Gimnospermas

Dentro de este grupo se registra un total de 71 especies en el territorio nacional. Uno de los grupos más diversos es el de los pinos, con 48 especies, de las cuales 50% de ellas son endémicas (**cuadro 3.12**). Este número representa 48% del total de especies conocidas en el mundo (Styles, 1993), lo que coloca a México en el primer lugar mundial en cuanto a riqueza de especies de pino.

Angiospermas

Según Rzedowski (1996), la mayoría de las especies pertenecen a seis familias: compuestas, gramíneas, cactáceas, orquídeas, rubiáceas y leguminosas, y su importancia varía de acuerdo a la región. Las compuestas, gramíneas y cactáceas están mejor representadas en la porción norte y centro del país; las orquídeas y rubiáceas son más diversas en la parte sur y las leguminosas son abundantes en regiones de climas templados. En relación con los registros mundiales, los números de especies de cactáceas –como los nopales y las biznagas–, de agaváceas –como los magueyes y las yucas– y de nolináceas, hacen que México ocupe el primer lugar en riqueza de especies respecto a estos grupos (**cuadro 3.12**).

Cuadro 3.11. Recuento de la diversidad de especies registradas de plantas no vasculares de México

<i>Grupo</i>	<i>Especies</i>	<i>% mundial</i>	<i>Endémicas</i>	<i>E.P.</i>	<i>Referencia</i>
Algas marinas	1 600	—	—		Pedroche <i>et al.</i> (1993)
Algas dulceacuícolas	1 102	—	—		Pedroche <i>et al.</i> (1993)
<i>Algas</i>	2 702	10.02	—		Pedroche <i>et al.</i> (1993)
Musgos	960 - 1 200	6.67 - 8.33	103 - 180	25	Cronquist (1986), Delgadillo (1993), Romeu (1996)
Hepáticas	800	15.38	—		Cronquist (1986), Delgadillo (1993)
<i>Briofitas</i>	1 760 - 2 000	10.20	>180	25	Cronquist (1986), Delgadillo (1993)
Total	4 462 - 4 702	10.11	>180	25	

Especies: número total de especies registradas en México; cuando los autores dan una estimación del número total probable, ésta se presenta entre corchetes.

% mundial: porcentaje del total de especies del mundo que se encuentran en México.

Endémicas: número total de especies que únicamente se encuentran en México.

E.P.: número de especies en peligro (también reconocidas como especies en riesgo).

Cuadro 3.12. Recuento de la diversidad de especies registradas y estimadas de plantas vasculares de México

<i>Grupo</i>	<i>Especies</i>	<i>% mundial</i>	<i>Endémicas</i>	<i>E.P.</i>	<i>Referencia</i>
<i>Pteridofitas</i>	1 000 – 1 100	11.11 – 12.22	>190	>4	Riba (1993), Lira y Riba (1993)
Pinos	48	48	21	22*	Styles (1993)
<i>Gimnospermas</i>	71	11.8	>21	>22*	
Agaváceas	217	75.34	146	39*	García y Galván (1995)
Comelináceas	100	15.38	50	—	Hunt (1993)
Gramíneas	950 – 1 151	9.5 – 11.51	272	13*	Valdés y Cabral (1993), Rzedowski (1996)
Nolináceas	49	89.09	32 ¹	9*	García (1995), García y Galván (1995)
Orquídeas	920	5.26	444 ²	180*	Mabberley (1993), Rzedowski (1996), Ramírez (1996)
Palmas	95	17.89	—	64*	Quero (1994)
<i>Monocotiledóneas</i>	2 331 – 2 532	8.03 – 8.73	944	305*	
Encinos (Fagáceas)	135 – 173	30 – 38.44	115	—	González (1993), Nixon (1993)
Acantáceas	360	8.28	<180	5*	Daniel (1993)
Cactáceas	800 – 900	42.5 – 45	715	250*	Arias (1993), Rzedowski (1996)
Compuestas	2 400 – 2 861 [3 000]	10.68 – 13 [13.64]	1 707 – 1 813	663 (11*)	Turner y Nesom (1993), Villaseñor (1993), Rzedowski (1996)
Lamiáceas	512	9.14	393	—	Ramamoorthy y Elliot (1993)
Leguminosas	1 724 – 1 800	10.51 – 10.98	896	14*	Mabberley (1993), Sousa y Delgado (1993), Rzedowski (1996)
Rubiáceas	510	4.9	—	19*	Mabberley (1993), Rzedowski (1996)
<i>Dicotiledóneas</i>	6 441 – 7 116 [7 255]	9.97 – 11.02 [11.23]	4 006 [4 112]	663 (299*)	
<i>Angiospermas</i>	8 772 – 9 648 [9 787]	9.37 – 10.31 [10.46]	4 950 [5 056]	968 (604*)	
Total	9 843 – 10 819 [10 958]	9.54 – 10.48 [10.62]	5 161 [5 267]	994 (626*)	

Especies: número total de especies registradas en México; cuando los autores dan una estimación del número total probable (es decir, número de especies registradas + número de especies por registrar), ésta se presenta entre corchetes.

% mundial: porcentaje del total de especies del mundo que se encuentran en México.

Endémicas: número total de especies que únicamente se encuentran en México.

E.P.: número de especies en peligro (también reconocidas como especies en riesgo).

* Número de especies incluido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol-1994 en alguna de sus categorías: “en peligro de extinción”, “amenazadas”, “raras” y “sujetas a protección especial” (véase capítulo 5).

¹ Número mínimo de grupos endémicos; podría incluir cuatro subespecies.

² Corresponde al número de especies y subespecies de acuerdo con Soto (1995), citado por Ramírez (1996).

3.4.4. Animales

En los datos que a continuación se muestran, se distinguen dos grandes grupos de animales: invertebrados y vertebrados. En México, el número de especies registradas de invertebrados es de 29 501, el cual surge al considerar a las especies de algunos grupos de invertebrados marinos y de artrópodos, para los cuales existen 5 855 y 23 646 especies, respectivamente. Se ha estimado que el número de especies de invertebrados puede ser de 50 751, con 8 255 de invertebrados marinos y 42 496 de artrópodos (**cuadros 3.13 y 3.14**).

Para los vertebrados de México se tiene cuantificado el número de especies registradas en 5 167, en el cual se refleja el correspondiente a las cinco clases: peces con 2 628, anfibios con 290, reptiles con 704, aves con 1 054 y mamíferos con 491. Para estos grupos no existe una estimación de cuántas especies podrían existir además de las que ya se conocen (**cuadro 3.15**).

3.4.4.1. Invertebrados

Invertebrados marinos

Existen alrededor de 1 300 especies descritas de poliquetos; entre 4 100 y 5 000 especies de moluscos marinos como caracoles, babosas, pulpos y calamares; 152 especies de corales de las cuales 13 corresponden a los llamados hidrozoarios coloniales (con esqueleto de carbonato de calcio) y 139 a antozoarios (corales pétreos); 503 especies de equinodermos comúnmente conocidos como pepinos y estrellas de mar (**cuadro 3.13**). Entre todos estos grupos se reconocen por lo menos 938 especies endémicas.

Artrópodos

La síntesis más reciente sobre los artrópodos de México señala que para 22 órdenes analizados se conocen alrededor de 23 mil especies, aunque el número estimado varía entre 300 mil y 700 mil especies (Llorente *et al.*, 1996b). En particular, destacan los registros de número de especies correspondientes a los arácnidos (ej. arañas y tarántulas) y a los solífugos (ej. arañas de sol) dentro de los arácnidos; dentro de los crustáceos, destacan en número los registros de las especies marinas como los decápodos (ej. camarones, cangrejos y langostas y los ostrácodos); para el caso de los insectos, destacan en número los registros para los grupos de coleópteros (ej. escarabajos rodadores y gorgojos), himenópteros (ej. abejas, avispa y hormigas), lepidópteros (mariposas) y homópteros (ej. cigarras, pulgones y piojos de las plantas) (**cuadro 3.14**).

3.4.4.2. Vertebrados

Al tomar en cuenta el número de vertebrados registrados dentro del territorio nacional, la fauna mexicana se reconoce como una de las más ricas del mundo con más de 4 mil especies de vertebrados (Espinosa *et al.*, 1993; Flores y Gerez, 1995). A continuación se desglosa el número de especies que ha sido documentado para las 5 clases de vertebrados.

Cuadro 3.13. Recuento de la riqueza de especies registradas y estimadas de invertebrados marinos de México

<i>Grupo</i>	<i>Especies</i>	<i>% mundial</i>	<i>Endémicas</i>	<i>E.P.</i>	<i>Referencia</i>
Hidrozoarios coloniales (corales)	13	—	6	—	Horta y Carricart (1993)
Antozoarios (corales pétreos)	139 ¹	—	12	2*	Horta y Carricart (1993)
Moluscos marinos	4 100 – 5 000	8.2	>920 ²	9*	González (1993), Reguero y García (1993)
Poliquetos	1 100 – 1 300 [>2 600]	11 – 13 [>26]	—	—	Fernández - Álamo(1993),
Equinodermos	503	8.2	— ³	1*	Wilson (1988), Buitrón y Solís (1993)
Total	5 855 – 6 955 [8 255]	—	>938	11*	

Especies: número total de especies registradas en México; cuando los autores dan una estimación del número total probable (es decir, número de especies registradas + número de especies por registrar), ésta se presenta entre corchetes.

% mundial: porcentaje del total de especies del mundo que se encuentran en México.

Endémicas: número total de especies que únicamente se encuentran en México.

E.P.: número de especies en peligro (también reconocidas como especies en riesgo).

* Número de especies incluido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol-1994 en alguna de sus categorías: “en peligro de extinción”, “amenazadas”, “raras” y “sujetas a protección especial” (véase capítulo 5).

¹ Son 97 para aguas del Atlántico y 42 del Pacífico.

² El número de especies endémicas corresponde únicamente a las de la costa del Pacífico.

³ Se menciona que existen especies endémicas, pero no se dan cantidades.

Cuadro 3.14. Recuento de la riqueza de especies de algunos órdenes de artrópodos registradas y estimadas de México

<i>Grupo</i>	<i>Especies</i>	<i>% mundial</i>	<i>Endémicas</i>	<i>E.P.</i>	<i>Referencia</i>
Palpígrados	1 [4]	2.10 [8.33]	1	—	Vázquez (1996a)
Esquizómidos	35	—	— ¹	—	Vázquez (1996b)
Uropígidos	2	2.35	— ²	—	Vázquez (1996c)
Ambliopígidos	14	20	—	—	Vázquez (1996d)
Solífugos	57	7.12	—	—	Barnes (1984), Vázquez (1996e)
	[143 – 190]	[17.88 – 23.75]			
Ricinuleidos	10	20.41	—	—	Vázquez (1996f)
Araneidos	2 506 [3 506]	7.37 [10.31]	1 759	3*	Jiménez (1996)
<i>Arácnidos</i>	2 625	7.5	1 760	3*	
	[3 714 – 3 761]	[10.59 – 10.74]			
Ostrácodos marinos	600	30	—	—	Barnes (1984), Machain y Gío (1993)
Decápodos	1 410 [1 880]	14.10 [18.8]	>98	34 (10*)	Hendrickx (1993), Álvarez <i>et al.</i> (1996)
<i>Crustáceos</i>	2 010 [2 480]	16.75 [20.67]	>98	34 (10*)	
Efemerópteros	116	4.64	30	—	McCafferty y Lugo-Ortiz (1996)
Odonatos	352	6.29	40	18	González y Novelo (1996)
Plecópteros	47	2.6	—	—	Baumann y Kondratieff (1996)
Psocópteros	642	7.87	475	—	Mockford y García (1996)
Homópteros	2 780 [9 267]	—	>265	—	O'Brien <i>et al.</i> (1996)
Tisanópteros	599	11.98	394	—	Johansen y Mojica (1996)
Rafidópteros	13 [18]	6.80 [9.42]	8	—	Aspöck y Aspöck (1996)
Coleópteros	7 988	5.26	>2 087 ^{1,3}	130	Morón (1996a y 1996b), Anderson y O'Brien (1996), Zaragoza y Mendoza (1996), Navarrete y Newton (1996), Noguera y Chemsak (1996), Hespeneide (1996)
	[15 208]	[10]			
Himenópteros	2 625	7.96	194 ¹	—	Ayala <i>et al.</i> (1996), Rodríguez (1996), Rojas (1996)
	[3 447]	[10.45]			
Tricópteros	325	3	— ⁴	—	Bueno (1996)
Lepidópteros	2 610	>7.63	200	2*	Razowski (1996), Solís (1996), Llorente <i>et al.</i> (1996a)
	[>5 018]	[>14.66]			
Mecópteros	9	—	8	—	Byers (1996)
Sifonápteros	136 [272]	—	— ¹	—	Ponce y Llorente (1996)
Dípteros	769	>8.66	131	8	Ibáñez <i>et al.</i> (1996a), Ibáñez y Coscarón (1996), Ibáñez <i>et al.</i> (1996b), Hernández (1996), Papavero (1996)
	[>935]	[>10.53]			
<i>Insectos</i>	19 011 [36 255]	>7.25 [>13.83]	3 832	158 (2*)	
Total	23 646	>7.65	>5 690	195	
	[42 449 - 42 496]	[13.73 - >13.75]		(15*)	

Especies: número total de especies registradas en México; cuando los autores dan una estimación del número total probable (es decir, número de especies registradas + número de especies por registrar), ésta se presenta entre corchetes.

% mundial: porcentaje del total de especies del mundo que se encuentran en México.

Endémicas: número total de especies que únicamente se encuentran en México.

E.P.: número de especies en peligro (también reconocidas como especies en riesgo).

* Número de especies incluido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol-1994 en alguna de sus categorías: “en peligro de extinción”, “amenazadas”, “raras” y “sujetas a protección especial” (véase capítulo 5).

¹ Se menciona que existen especies endémicas, pero no se dan cantidades.

² Se menciona que no se conocen especies endémicas.

³ Se menciona que el número de especies endémicas es alto.

⁴ Se menciona que existen pocas especies endémicas.

Cuadro 3.15. Recuento de la riqueza de especies registradas de vertebrados de México

Grupo	Especies	% mundial	Endémicas	E.P.	Referencia
Peces marinos y de agua dulce	2 122	9.77	— ¹	140*	Espinosa (1993), Espinosa <i>et al.</i> (1993)
Peces de agua dulce	506	6.02	163	—	Espinosa (1993), Flores y Gerez (1994)
Peces	2 122	8.72	163	140*	
Anuros	195	5.58	—	—	Flores (1993a), Flores y Gerez (1994)
Caudados	93	26.05	—	—	Flores (1993b)
Gimnofionos	2	1.2	—	—	Flores (1993b)
Anfibios	290	7.22	174²	199*	Flores (1993a)
Anfisbénidos	3	2.22	—	—	Flores (1993a)
Sáuridos	337	8.81	—	—	Flores (1993b)
Serpéntidos	322	13.48	—	—	Flores (1993b)
Testudínidos	39	15.48	—	—	Flores (1993b)
Crocodílidos	3	12.5	—	—	Flores (1993b)
Reptiles	704	10.8	368³	477*	Flores (1993a), Flores y Gerez (1994)
Aves	1 054	10.54	111	339*	Navarro y Benítez (1993), Flores y Gerez (1994)
Mamíferos terrestres y voladores	450	11.06	140	251*	Cervantes <i>et al.</i> (1994)
Mamíferos marinos	41	32.5	2	14*	Salinas y Ladrón de Guevara (1993), Auriolos (1993)
Mamíferos	491	11.7	142	265*	
Total	4 661	9.42	958	1 420*	

Especies: número total de especies registradas en México; cuando los autores dan una estimación del número total probable (es decir, número de especies registradas + número de especies por registrar), ésta se presenta entre corchetes.

% mundial: porcentaje del total de especies del mundo que se encuentran en México.

Endémicas: número total de especies que únicamente se encuentran en México.

E.P.: número de especies en peligro (también reconocidas como especies en riesgo).

* Número de especies incluido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol-1994 en alguna de sus categorías: “en peligro de extinción”, “amenazadas”, “raras” y “sujetas a protección especial” (ver capítulo 5).

¹ Porcentaje de especies endémicas en el Caribe (15%), Golfo de Tehuantepec (>15%), norte del Golfo de México (>15%) y Golfo de California (20%).

² Total de especies de anfibios endémicos y de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol-1994.

³ Total de especies de reptiles endémicos y de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol-1994.

Peces

Los peces son un grupo muy diverso con aproximadamente 2 122 especies en 779 géneros, 206 familias y 41 órdenes; 82% de los órdenes y 46% de las familias de peces se encuentran representadas en México. De las especies presentes en el país, 506 se consideran exclusivamente de agua dulce, 375 marinas continentales y el resto marinas oceánicas (Espinosa, 1993; Espinosa *et al.* 1993; Flores y Gerez, 1995) (**cuadro 3.15**).

En las aguas continentales de México existe un importante endemismo de peces. Por ejemplo, en el lago Chichankanab y en la cuenca de los ríos Lerma-Santiago el endemismo es de 85 y 66% respectivamente. Los grupos con el mayor número de especies son: petromizóntidos, clupeidos, ciprínidos, cíclidos, ciprinodóntidos, godeidos, aterínidos y poecílidos. No existen datos detallados sobre endemismo de peces marinos, pero se estima que 20% de las especies del Golfo de California son endémicas, y cerca de 15% en el Caribe mexicano, Golfo de Tehuantepec y el norte del Golfo de México (Espinosa *et al.*, 1993).

Anfibios

En México se registran 290 especies de anfibios agrupadas en 45 géneros de 14 familias. El mayor número de especies corresponde a los grupos de anuros (ranas) y caudados (salamandras) (Flores, 1993a; Flores y Gerez, 1995) (**cuadro 3.15**). En particular, los pletodóntidos, ambistómidos, hílidos, leptodactílidos y ránidos son los

que presentan más especies endémicas. En México se encuentra 48.2% de las familias de anfibios del mundo, por lo que ocupa el cuarto lugar en riqueza respecto a este grupo.

Reptiles

En México existen 704 especies de reptiles que pertenecen a 154 géneros de 37 familias. Para los reptiles los grupos mejor representados en México son los saurios (lagartijas) y los serpentes (culebras y víboras); los iguanidos, ánguinos, teíidos, xantúsidos, colúbridos, elápidos y vipéridos son los que presentan más especies endémicas (Flores 1993a; Flores y Gerez, 1994). En México se encuentra 9.8% de las especies de reptiles del mundo. La herpetofauna (anfibios y reptiles) de México es una de las más ricas del mundo, con más de 52% de especies endémicas (**cuadro 3.15**). De hecho, México ocupa el primer lugar en el mundo en riqueza de reptiles.

Aves

De las casi 10 mil especies de aves que se estiman para el mundo, al menos 1 054 se han registrado en México, es decir, casi 12% del total. Estas especies se distribuyen en 22 órdenes y 78 familias; los grupos de anátidos, troquílidos, tiránidos y emberízidos son los mejor representados. Las regiones con mayor riqueza de aves son la Planicie Costera del Golfo, las zonas montañosas y el Altiplano. Existen más de 100 especies endémicas, lo que significa que cerca del 10% de la avifauna del país es endémica (Flores y Navarro, 1993) y se concentra en las zonas montañosas, zonas desérticas e islas (Navarro y Benítez, 1993) (**cuadro 3.15**).

Mamíferos

La fauna de mamíferos de México cuenta con un total de 491 especies. Los mamíferos terrestres registrados se agrupan en 450 especies, 10 órdenes, 35 familias y 157 géneros; los roedores (ej. ratones y ardillas), con 215 especies y los murciélagos, con 137, son los grupos más numerosos, y contribuyen con 79% de las especies de la mastofauna mexicana (Cervantes *et al.*, 1994; Medellín *et al.*, 1997). En cuanto a mamíferos marinos (ej. focas, delfines, ballenas y manatíes), México cuenta con 41 especies (Salinas y Ladrón de Guevara, 1993) que pertenecen a aproximadamente 31 géneros de 12 familias (**cuadro 3.15**). México ocupa el segundo lugar mundial en riqueza de mamíferos.

La diversidad de mamíferos en el país se incrementa de norte a sur. Los primates (ej. monos), edentados (ej. armadillo) y perisodáctilos (ej. jabalí o puerco de monte) están restringidos a las regiones tropicales de la Península de Yucatán y a las zonas costeras tropicales. Lagomorfos (ej. liebres y conejos), insectívoros (ej. oso hormiguero) y quirópteros (murciélagos) son más diversos en la parte central del país y el Eje Neovolcánico. Los roedores abundan en la franja central del país desde la frontera norte hasta las tierras altas de Chiapas (Fa y Morales, 1993). Casi un tercio (144) de las especies de mamíferos terrestres son endémicas y la mayoría pertenecen al grupo de los roedores. El Eje Neovolcánico Transversal, las selvas bajas de la costa del Pacífico mexicano y las islas del Golfo de California, son áreas particularmente ricas en mamíferos endémicos (Arita y León, 1993).

3.4.5. Los estados y la riqueza de especies

En todas las entidades federativas de la República, a excepción de Zacatecas, Tlaxcala y Campeche, se han registrado especies endémicas de vertebrados. Los más altos grados de endemismo se encuentran en los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Baja California Sur, Michoacán, Guerrero, Baja California, Coahuila y Tabasco. En cuanto al endemismo en flora se tienen datos para 14 estados, de los cuales 9 se consideran de alto endemismo (Oaxaca, Chiapas, Morelos, Baja California Sur, Guerrero, Baja California, Chihuahua, Sonora y Durango) y de bajo endemismo los restantes (Quintana Roo, Yucatán, Distrito Federal, Jalisco y Colima). En general, de acuerdo con los registros disponibles para algunos grupos de plantas vasculares, hongos, artró-

podos y vertebrados, los estados de la República Mexicana más importantes en cuanto a su riqueza de especies son Oaxaca, Chiapas, Veracruz y Guerrero (**figura 3.18 y anexo 3.6**).

El inventario florístico de Oaxaca estima en 9 mil el número de especies y un alto grado de endemismo en la región de Los Chimalapas-Uxpanapa, los bosques templados de la Sierra de Juárez y la zona árida del Valle de Tehuacán. Oaxaca es un estado que destaca por su riqueza de especies de vertebrados, en particular en los bosques de encinos y los bosques mesófilos de montaña (Flores y Gerez, 1994).

Chiapas también es uno de los estados con mayor diversidad florística con 8 248 especies registradas. En Chiapas existen todavía grandes zonas cubiertas por bosques tropicales como la Selva Lacandona y la Selva del Ocote, las cuales son importantes centros de diversidad de plantas. Recientemente se describió una nueva familia endémica en el estado, denominada Lacandoniaceae. En este estado se encuentra cerca de 35% de los vertebrados mesoamericanos (Flores y Gerez, 1994).

La flora de Veracruz se estima en 8 mil especies. Comparte con Oaxaca y Chiapas uno de los últimos reductos de selvas altas y medianas, la zona de Uxpanapa, considerada internacionalmente como un centro de diversidad de plantas. Asimismo, Veracruz ocupa el tercer lugar nacional en cuanto a diversidad de vertebrados (Flores y Gerez, 1994).

La flora de Guerrero ha sido poco estudiada, pero en este estado el bosque tropical caducifolio localizado a lo largo de la Cuenca del Balsas presenta un considerable número de especies endémicas, y dentro de esta zona se encuentra el Cañón del Zopilote, reconocido como un centro de diversidad florística. Es el cuarto estado en cuanto a diversidad de vertebrados (Flores y Gerez, 1994).

3.5. Diversidad genética

3.5.1. Diversidad en especies silvestres

La diversidad genética es el resultado de las diferencias que existen entre las distintas versiones (alelos) de las unidades de herencia (genes) de los individuos de una especie. Los genes son segmentos de ácido desoxirribonucleico (ADN) que se encuentran distribuidos en grupos de unidades denominadas cromosomas, cuyo número y forma varía entre especies; es en el ADN donde se encuentra codificada la información a partir de la cual se construyen los seres vivos. Las diferencias heredables constituyen la materia prima sobre la que actúan las fuerzas evolutivas y moldean la exquisita y variada complejidad de los seres vivos. Por tanto, una de las razones más importantes para conservar la diversidad genética es el mantenimiento del potencial evolutivo de las especies (Cordero y Morales, 1998).

La variabilidad genética de las especies silvestres mexicanas es muy poco conocida. El número de espe-



Figura 3.18. Entidades federativas con la más alta riqueza de especies del país.

cies estudiadas es muy pequeño, sobre todo si consideramos la enorme diversidad de especies que alberga nuestro territorio (**anexo 3.7**).

Sin embargo, dada la gran extensión territorial y la heterogeneidad ambiental de nuestro país, no es de extrañar que muchas de las especies presenten una considerable variabilidad genética, como en el caso de la bacteria *Rhizobium leguminosarum* que vive asociada a las raíces de plantas leguminosas, la cual presenta una heterocigosis promedio por individuo (H) de 0.691 y un polimorfismo (P) de 1 (Piñero, Martínez y Selander, 1988). Sin embargo, también existen especies de importancia endémica, como *Lacandonia schismatica* que tiene muy baja variabilidad (H = 0 y P = 0) (Coello, Escalante y Soberón, 1993), por lo que merecen un cuidado particular. Algunas especies con utilidad potencial directa para el hombre, como las especies silvestres de maíz (género *Zea*) y de ayocote (*Phaseolus coccineus*), muestran una considerable variación, pero se encuentran amenazadas debido a los ritmos actuales de deterioro de los ecosistemas naturales (**anexo 3.7**).

Los centros de origen y la domesticación de recursos biológicos son considerados como una causa adicional que explica la gran riqueza de especies de nuestro país, ya que la diversidad genética determinada por este tipo de hechos está relacionada estrechamente con la cultura (Sarukhán, Soberón y Larson-Guerra, 1996).

3.5.2. Plantas domesticadas

Las investigaciones arqueológicas indican que la agricultura se desarrolló en México alrededor del año 7000 a.C. Las crónicas y documentos que datan de los primeros años de la conquista indican que en esa época ya se habían domesticado plantas de gran importancia alimenticia para el mundo: maíz (*Zea mays*), frijol común (*Phaseolus vulgaris*), calabaza (*Cucurbita* spp.), camote (*Ipomea batatas*), chiles (*Capsicum* spp.), cacao (*Theobroma cacao*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), cacahuete (*Arachis hypogea*), vainilla (*Vanilla planifolia*) y amaranto (*Amaranthus* spp.). Debido a esto, México es considerado uno de los centros de domesticación de plantas más importantes del mundo (**figura 3.19**). Se estima que más de 118 especies de plantas, pertenecientes a 70 géneros y 39 familias, han sido domesticadas en nuestro país (Hernández-Xolocotzi, 1993). Sin embargo, esta cantidad debe ser aún mayor dado que Hernández-Xolocotzi presenta dicho número de especies como una lista de “plantas representativas” (**anexo 3.8**).



Figura 3.19. Centros de origen de plantas cultivadas según Vavilov (tomado de Fowler y Mooney, 1990).

3.5.3. Animales domesticados

A lo largo de 10 mil años se ha dado origen a cerca de 4 mil razas de animales domésticos. Entre 30 y 40 especies de mamíferos en el mundo han sido domesticadas para la obtención de alimentos, pieles, fertilizantes, materias primas para la producción de medicamentos y servicios varios (ej. algunas razas son formas indispensables de transporte y generan gran parte de la energía de tracción utilizada en la agricultura) (Loftus y Scherf, 1993).

La contribución de México a las razas domesticadas es pequeña; ha producido 12 razas de seis especies: dos de caballos, tres de cerdos, una de cabras, cuatro de ovejas y dos de ganado vacuno (**cuadros 3.16 y 3.17**). Entre ellas resalta la situación del cerdo cuino, originario de México y cuya población se encuentra en estado crítico dado que existen menos de 100 hembras reproductivas de raza pura (Loftus y Scherf, 1993).

Cuadro 3.16. Razas de ganado de origen mexicano (Loftus y Scherf, 1993)

<i>Clase</i>	<i>Orden</i>	<i>Familia</i>	<i>Especie</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Raza</i>
Mammalia	Perissodactyla	Equidae	<i>Equus caballus</i>	Caballo	Galiceno Pony mexicano
	Artiodactyla	Suidae	<i>Sus domesticus</i>	Cerdo	Cuino*
Barbudo mexicano					
Bovidae		<i>Capra ircus</i> <i>Ovis aries</i>	Cabra Oveja	Isla Guadalupe	
				Lucero Pelón Pelibuey Tarahumara Tarsset	
			<i>Bos indicus</i> <i>Bos itaurus</i>	Ganado vacuno	Chinampo Frijolillo

* Especie casi extinta.

Cuadro 3.17. Número de razas de animales domésticos que existen en el mundo y de razas que se encuentran en algún tipo de riesgo (Loftus y Scherf, 1993)

<i>Tipo de ganado</i>	<i>Razas en el mundo</i>	<i>Razas en estado crítico</i> ¹	<i>Razas en peligro</i> ²	<i>Razas de México</i>
Asnos	78	6	5	0
Búfalos	62		1	0
G. vacuno	783	32	79	2
Cabras	313	10	22	1
Caballos	357	25	54	2
Cerdos	263	27	26	3
Ovejas	863	24	77	4
Total	2 719	124	264	12

¹ Las razas en estado crítico se consideran cuando: a) el número de hembras reproductivas es menor de 100 o el número de machos es menor o igual a cinco; o bien, cuando b) el número total de individuos está ligeramente arriba de 100 y está decreciendo, y el porcentaje de hembras de raza pura es menor de 80%.

² Las razas en peligro se consideran cuando: a) el número de hembras reproductivas está entre 100 y 1 000 o el número de machos reproductivos es menor o igual a 20 y mayor de cinco; b) el número total de individuos es ligeramente menor de 100 y está creciendo, y el porcentaje de hembras de raza pura es mayor de 80%; o bien, cuando c) el número total de individuos está ligeramente arriba de 1 000 y está decreciendo, y el porcentaje de hembras de raza pura es menor de 80%.

3.6. Referencias

- Aguilar, A. y W. Aguilar. 1995. Banco Chinchorro: arrecife coralino del Caribe mexicano propuesto como área natural protegida. En: *Boletín Humedales de México*, vol. 2, núm. 4. Marzo, 1994. 20 pp.
- Álvarez, F., J.L. Villalobos y E. Lira. 1996. Decápodos. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Álvarez-Buylla, E.R. y A.A. Garay. 1994. Population genetic structure of *Cecropia obtusifolia*, a tropical pioneer tree species. En: *Evolution*, vol. 48, núm. 2, pp. 437-453.
- Anderson, R.S. y C.W. O'Brien. 1996. *Curculionidae* (Coleoptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Arias, S. 1993. Cactáceas: conservación y diversidad en México. En: Gío, R. y E. López-Ochoterena (eds.). *Diversidad Biológica en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, vol. XLIV (especial).
- Arita, H. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. En: Medellín, R. y G. Ceballos (eds.). *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Publicaciones Especiales, vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México, pp. 109-128.
- Arita, H.T. y I. León. 1993. Diversidad de mamíferos terrestres. En: Flores, O. y A. Navarro (comps.). *Biología y problemática de los vertebrados en México. Ciencias*, núm. especial, 7.
- Aspöck, U. y H. Aspöck. 1996. *Raphidioptera*. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete, y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Aurioles, D. 1993. Biodiversidad y estado actual de los mamíferos marinos en México. En: R. Gío, y E. López-Ochoterena (eds.). *Diversidad Biológica en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, vol. XLIV (especial).
- Ayala, R., T.L. Griswold y D. Yanega. 1996. *Apoidea* (Hymenoptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Barnes, R.D. 1984. *Zoología de los invertebrados*. 4a ed. Interamericana.
- Baumann, R.W. y B.C. Kondratieff. 1996. *Plecoptera*. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Bueno, J. 1996. *Trichoptera*. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Buitrón, B.E. y F.A. Solís. 1993. La biodiversidad de equinodermos fósiles y recientes de México. En: Gío, R. y E. López-Ochoterena (eds.). *Diversidad Biológica en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, vol. XLIV (especial).
- Byers, G.W. 1996. *Mecoptera*. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Caballero-Mellado, J. y E. Martínez-Romero. 1994 Limited genetic diversity in the endophytic sugarcane bacterium *Acetobacter diazotrophicus*. En: *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 60, núm. 5, pp. 1532-1537.
- Cervantes, F.A., A. Castro y J. Ramírez. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. *Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología*, vol. 65, núm. 5, pp. 177-190.
- Coello, G., A. Escalante y J. Soberón. 1993. Lack of genetic variation in *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae: Triuridales) in its only known locality. En: *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 80,

- núm. 5, pp. 898-901.
- Cordero, C. y E. Morales. 1998. *Panorama de la biodiversidad de México*. Conabio (manuscrito).
- Cowardin, L.M., V. Carter, F.C. Golet y E.T. LaRoe. 1979. *Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the U.S.* U.S. Department of Interior, U.S. Fish and Wildlife Service. Washington D.C. 103 pp.
- Cronquist, A. 1986. *Botánica Básica*. CECSA, México.
- Daniel, T.F. 1993. Mexican Acanthaceae: diversity and distribution. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution*. Oxford University Press, Oxford.
- Delgadillo, C. 1993. Diversity of mexican bryoflora. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution*. Oxford University Press. Oxford.
- Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder y G. Ledec. 1995. *Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean*. The World Bank / The World Wildlife Fund. Washington D.C.
- Doebley, J.F. y M.M. Goodman. 1984 Isoenzymatic variation in *Zea* (Gramineae). En: *Systematic Botany*, vol. 9, núm. 2, pp. 203-218.
- Eguiarte, L.E., N. Pérez-Nasser y D. Piñero. 1992 Genetic structure, outcrossing rate and heterosis in *Astrocaryum mexicanum* (tropical palm): implications for evolution and conservation. En: *Heredity*, vol. 69, pp. 217-228.
- Escalante, A.M., G. Coello, L.E. Eguiarte y D. Piñero. 1994 Genetic structure and mating systems in wild and cultivated populations of *Phaseolus coccineus* and *P. vulgaris* (Fabaceae). En: *American Journal of Botany*, vol. 81, núm. 9, pp. 1096-1103.
- Espinosa, H. 1993. Riqueza y diversidad de peces. En: Flores, O. y A. Navarro (comps.). *Biología y problemática de los vertebrados en México*. Ciencias, núm. especial, 7.
- Espinosa, H., P. Fuentes-Mata, M.A. Gaspa-Dillanes y V. Arenas. 1993. Notes on mexican ichthyofauna. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological Diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press. Nueva York.
- Fa, J. y L.M. Morales. 1993. Patterns of Mammalian Diversity in Mexico. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological Diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press. Nueva York.
- Fernández-Álamo, M.A. 1993. Reseña del estudio de la Clase Polychaeta (Annelida) en México. En: Gío, R. y E. López-Ochoterena (eds.). *Diversidad Biológica en México*. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, vol. XLIV (especial).
- Flores, O. 1993a. Herpetofauna of Mexico: Distribution and endemism. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution*. Oxford University Press. Nueva York.
- Flores, O. 1993b. Riqueza de los anfibios y reptiles. En: Flores, O. y A. Navarro (comps.), *Biología y problemática de los vertebrados en México*. Ciencias, núm. especial, 7.
- Flores, O. y A. Navarro. 1993. Un análisis de los vertebrados terrestres endémicos de Mesoamérica en México. En: Gío, R. y E. López-Ochoterena (eds.). *Diversidad Biológica en México*. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, vol. XLIV (especial).
- Flores, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. UNAM/Conabio. México.
- Fowler, C. y P. Mooney. 1990. *Shattering. Food, Politics, and the Loss of Genetic Diversity*. The University of Arizona Press. Tucson. Pp. 33-35.
- García, A. 1995. Riqueza de la familia Agavaceae en México. En: Linares, E., P. Dávila, F. Chiang, R. Bye y T. Elias (eds.). *Conservación de plantas en peligro de extinción: diferentes enfoques*. UNAM. México.
- García, A. y R. Galván. 1995. Riqueza de las familias Agavaceae y Nolinaceae en México. En: *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, núm. 56, pp. 7-24.
- García, E. 1989. Diversidad climático vegetal en México. Simposio sobre Diversidad Biológica de México. Oaxtepec, Morelos.

- González, E. y R. Novelo. 1996. Odonata. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- González, N.E. 1993. Moluscos endémicos del Pacífico de México. En: Salazar, S.I. y N.E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. Conabio/Ciqro. México.
- González, R. 1993. La diversidad de los encinos mexicanos. En: Gío, R. y E. López-Ochoterena (eds.). *Diversidad Biológica en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, vol. XLIV (especial).
- Guzmán, G. 1994. Las colecciones de hongos en México y su problemática en la biodiversidad del país. En: *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, núm. 55, pp. 35-37.
- Guzmán, G. 1995. La diversidad de hongos en México. En: *Ciencias*, núm. 39, pp. 52-57.
- Hendrickx, M.E. 1993. Crustáceos decápodos del Pacífico mexicano. En: Salazar, S.I. y N.E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. Conabio/Ciqro. México.
- Hernández, V. (1996). Tephritidae (Diptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM, México.
- Hernández-Xolocotzi, E. 1993. Aspects of plant domestication in Mexico: a personal view, En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press. Nueva York.
- Hespenheide, H.A. 1996. Buprestidae (Coleoptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Horta, G. y J.P. Carricart. 1993. Corales pétreos recientes (Milleporina, Stylasterina y Scleractinia) de México. En: Salazar, S.I. y N.E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. Conabio/Ciqro. México.
- Hunt, D.R. 1993. The Commelinaceae of Mexico. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press. Oxford.
- Ibáñez, S. y S. Coscarón. 1996. Simuliidae (Diptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Ibáñez, S., D. Strickman y C. Martínez. 1996a. Culicidae (Diptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete, y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Ibáñez, S., W.W. Wirth y H. Huerta. 1996b. Ceratopogonidae (Diptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- INE. 1993. Estrategia para la conservación de humedales. Instituto Nacional de Ecología. Dirección General de Aprovechamiento Ecológico de los Recursos Naturales. Documento de trabajo. México.
- Instituto de los Recursos Mundiales. 1997. Cifra relativa de especies descritas en las principales taxa. World Resource Institute (WRI). Reporte de junio de 1997.
- Jiménez, M.L. 1996. Araneae. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Johansen, R.M. y A. Mojica. 1996. Thysanoptera. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Lira, R. y R. Riba. 1993. Las Pteridofitas (helechos y plantas afines) de México. En: *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. vol. XLIV (especial), México.
- Loftus, R. y Scherf, B. (eds.). 1993. *World Watch List for Domestic Animal Diversity*. FAO. Roma.
- López-Ochoterena, E. 1993. Notas sobre la diversidad de protozoarios de México. En: *Revista de la Sociedad*

- Mexicana de Historia Natural*, vol. XLIV (especial). México.
- López Ramos, E. 1979. *Geología de México*, t. II, 57 pp.
- Llorente Bousquets, J., E. González S., A.N. García-Aldrete y C. Cordero. 1996a. *Breve panorama de artrópodos en México* (en prensa).
- Llorente, J., A.L. Martínez, I. Vargas y J. Soberón. 1996b. Papilionoidea (Lepidoptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Mabberley, D.J. 1993. *The Plant Book*. A portable dictionary of the higher plants. Cambridge University Press, Cambridge. Inglaterra.
- Machain, M.L. y R. Gío. 1993. La diversidad de ostrácodos de los mares mexicanos. En: Gío, R. y E. López-Ochoterena (eds.). *Diversidad Biológica en México. Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural*, vol. XLIV (especial). México.
- Martínez, E. y C.H. Ramos. 1989. Lacandoniaceae (Triuridales): una nueva familia de México. En: *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 76, pp. 128-135.
- Martínez-Romero, E., L. Segovia, F.M. Mercante, A.A. Franco, P. Graham y M.A. Pardo. 1991. *Rhizobium tropici*, a novel species nodulating *Phaseolus vulgaris* L. beans and *Leucena* sp. trees. En: *International Journal of Systematic Bacteriology*, vol. 76, pp. 417-426.
- McCafferty, W.P. y C.R. Lugo-Ortiz. 1993. Ephemeroptera. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete, y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Medellín, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. Asociación mexicana de Mastozoología, A. C. Publicación Especial No. 2.
- Mittermeier, R. y C. Goettsch. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo (comps.). *México ante los retos de la biodiversidad*. Conabio. México.
- Mockford, E.L. y A.N. García-Aldrete. 1996. Psocoptera. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Morón, M.A. 1996a. Melolonthidae (Coleoptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Morón, M.A. 1996b. Scarabeidae (Coleoptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Navarrete, J.L. y A.F. Newton. 1996. Staphylinidae (Coleoptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Navarro A.G. y H. Benitez. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. En: Flores, O. y A. Navarro (comps.). *Biología y problemática de los vertebrados en México. Ciencias*, núm. especial, 7.
- Nixon, K.C. 1993. The genus *Quercus* in Mexico. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press. Oxford.
- Noguera, F.A. y J.A. Chemsak. 1996. Cerambycidae (Coleoptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Núñez, J. 1991. *Biología evolutiva de Datura stramonium L. en el centro de México: selección natural de la resistencia a los herbívoros, sistema de cruzamiento y variación genética intra e interpoblacional*. Tesis de doctorado. UACPyP/CCH, UNAM.
- O'Brien, L.B., D.R. Miller, T.E. Moore, R. Peña y Y. Man-Miao. 1996. Homoptera. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.

- Ogata, N., D. Nestel, V. Rico-Gray y G. Guzmán. 1994. Los Myxomycetes citados de México. En: *Acta Botánica Mexicana*, vol. 27, pp. 39-51.
- Papavero, N. 1996. Mydidae (Diptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Pedroche, F.F., K.M. Dreckmann, A. Senties y R. Margain. 1993. Diversidad algal en México. En: Gío, R. y E. López-Ochoterena (eds.). *Diversidad Biológica en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, vol. XLIV (especial).
- Pérez-Nasser, N., L.E. Eguiarte y D. Piñero. 1993. Mating system and genetic structure of the dystilous tropical tree *Psychotria faxlucens* (Rubiaceae). En: *American Journal of Botany*, vol. 80, núm. 1, pp. 45-52.
- Peterson, A.T. 1992. Philopatry and genetic differentiation in the *Aphelocoma* jays (Corvidae). En: *Biological Journal of the Linnean Society*, vol. 47, pp. 249-260.
- Peterson, A.T., P. Escalante y A. Navarro. 1992. Genetic variation and differentiation in mexican populations of common bush-tanagers and chestnut-capped brush finches. En: *The Condor*, vol. 94, pp. 244-253.
- Piñero, D., E. Martínez y R. Selander. 1988. Genetic diversity and relationships among isolates of *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli*. En: *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 54, núm. 11, pp. 2825-2832.
- Ponce, H.E. y J. Llorente. 1996. Siphonaptera. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Quero, H.J. 1994. Las palmas de México: presente y futuro. En: *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, núm. 55, pp. 123-127.
- Ramamoorthy, T.P. y M. Elliott. 1993. Mexican Lamiaceae: diversity, distribution, endemism, and evolution. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press. Oxford.
- Ramírez, J. 1996. Orquídeas. En: *Biodiversitas*, año 2, núm. 1, pp. 1-5.
- Razowski, J. 1996. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Reguero, M. y A. García. 1993. Estado actual de la investigación sobre diversidad de moluscos en México. En: Gío, R. y E. López-Ochoterena (eds.). *Diversidad Biológica en México. Rev. Soc. Mex Hist. Nat.*, vol. XLIV (especial).
- Riba, R. 1993. Mexican Pteridophytes: diversity and endemism. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press. Oxford.
- Rodríguez, A. 1996. Vespidae (Hymenoptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Rojas, P. 1996. Formicidae (Hymenoptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Romeu, E. 1996. Los musgos de México. En: *Biodiversitas*, vol. 6, pp. 13-15.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México.
- Rzedowski, J. 1990. Vegetación potencial, IV.8.2. En: *Atlas Nacional de México*. Vol. II. Instituto de Geografía-UNAM. México.
- Rzedowski, J. 1992. Diversidad del universo vegetal de México: perspectivas de un conocimiento sólido. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo (comps.). *México ante los retos de la biodiversidad*. Conabio. México.
- Rzedowski, J. 1993. Diversity and origins of the Phanerogamic Flora of Mexico. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press. Nueva York.

- Rzedowski, J. 1996. Tortricidae (Lepidoptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Salazar V., S.I. y N.E. González (eds.). 1993. Biodiversidad marina y costera de Mexico. Conabio/Ciqro. Mexico. Chetumal, Quintana Roo. 865 pp.
- Salinas, M. y P. Ladrón de Guevara, 1993. Riqueza y diversidad de los mamíferos marinos. En: Flores, O. y A. Navarro (comps.). *Biología y problemática de los vertebrados en México*. Ciencias, núm. especial, 7.
- SARH. 1994. *Inventario nacional forestal periódico. Memoria nacional*. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre-SARH. México.
- Sarukhán, J., J. Soberón y J. Larson-Guerra. 1996. Biological Conservations in a High Beta-diversity Country. En: Di Castri, F. y T. Younès (eds.). *Biodiversity Science and Development: Towards a New Partnership*. CAB International.
- Sedesol. 1994. México, Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1993-1994. México D.F. 376 pp.
- Segob y Sedemar. 1987. *Islas mexicanas, régimen jurídico y catálogo*. Segob/Sedemar. México. 157 pp.
- Segob y UNAM. 1988. *Islas del Golfo de California*. Segob/UNAM. México. 292 pp.
- Segovia, L., D. Piñero, R. Palacios y E. Martínez-Romero. 1991. Genetic structure of a soil population of nonsymbiotic *Rhizobium leguminosarum*. En: *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 57, núm. 2, pp. 426-433.
- Solís, M.A. 1996. Pyraloidea (Lepidoptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Sousa, M. y A. Delgado. 1993. Mexican Leguminosae: phytogeography, endemism, and origins. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press. Oxford.
- Souza, V., L.E. Eguiarte, G. Ávila, R. Capello, C. Gallardo, J. Montoya y D. Piñero. 1994. Genetic structure of *Rhizobium etli* biovar *phaseoli* associated with wild and cultivated bean plants (*Phaseolus vulgaris* and *Phaseolus coccineus*) in Morelos, México. En: *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 60, núm. 4, pp. 1260-1268.
- Styles, B.T. 1993. Genus *Pinus*: a mexican purview. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press. Oxford.
- Systematics Agenda 2000. 1994. *Charting the biosphere*. A global initiative to discover, describe and classify the world's species. Technical Report.
- Tamayo, J.L. 1979. *Geografía general de México. Geografía física*. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas.
- Toledo, V.M. y M. Ordóñez. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*, Oxford University Press. Nueva York.
- Toledo, V.M. y M. Ordóñez. 1996. Mapa: zonas ecológicas, obtenido del proyecto "Diagnóstico de los escenarios de la biodiversidad de México a través de un sistema de información eco-geográfico". INE/UNAM/Conabio. México.
- Turner, B.L. y G.L. Nesom. 1993. Biogeography, diversity, and endangered or threatened status of mexican Asteraceae. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press. Oxford.
- Valdés, J. y I. Cabral. 1993. Chorology of mexican grasses. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press. Oxford.
- Vázquez, I. 1996a. Palpigradi. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.

- Vázquez, I. 1996b. Schizomidae. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Vázquez, I. 1996c. Uropygi. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Vázquez, I. 1996d. Amblypygi. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Vázquez, I. 1996e. Solifugae. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Vázquez, I. 1996f. Ricinulei. En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.
- Villaseñor, J.L. 1993. La familia Asteraceae en México. En: Gío, R. y E. López-Ochoterena (eds.). *Diversidad Biológica en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, vol. XLIV (especial).
- Wilson, E.O. (ed.). 1988. *Biodiversity*. National Academy Press.
- Zaragoza, S. y A. Mendoza. 1996. Malacodermata (Coleoptera). En: Llorente, J., A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos mexicanos: hacia una síntesis de su conocimiento*. Conabio/UNAM. México.