

CAPITAL NATURAL DE MÉXICO

VOLUMEN II

ESTADO DE CONSERVACIÓN Y TENDENCIAS DE CAMBIO



COMISIÓN NACIONAL
PARA EL CONOCIMIENTO
Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Coordinación general

José Sarukhán

Compilación

Antonio Alonso Concheiro
Salvador Anta
Julia Carabias
Rodolfo Dirzo
Exequiel Ezcurra
Renée González
Gonzalo Halffer
Jorge Llorente-Bousquets
Ignacio J. March
Javier de la Maza
Alejandro Mohar
Irene Pisanty
José Sarukhán
Jorge Soberón

Coordinación

Georgina García Méndez
Patricia Koleff
Andrés Lira Noriega
Marcia Tambutti
Tania Urquiza Haas

Asistencia

Juan Carlos López Acosta
Romeo López Camacho
Paula Meli
Nubia Morales
Ana Lucía Pedroza
Rafael Pompa
Magali Santillán Ramírez
Olivia Yáñez

Producción editorial

José Luis Acosta
Luz María Bazaldúa
Antonio Bolívar
Sergio Bourguet
Socorro Gutiérrez
Andrea Huerta
Eugenia Huerta
Eliud Monroy

Asistencia

Oswaldo Barrera

Portada

Gabriel Martínez Meave
Isaías Loaiza

Impresión

Offset Rebosán, S.A. de C.V.

DR © 2009 COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan, 14010 México, D.F.
www.conabio.gob.mx

Obra completa: ISBN 978-607-7607-02-1

Volumen II: ISBN 978-607-7607-08-3

Impreso en México / Printed in Mexico

Forma de citar

CONABIO. 2009. *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*.
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México

Índice general

Presentación	7
Prefacio	9
Guía de lectura	15
Siglas y acrónimos	33

PRIMERA PARTE.

TENDENCIAS DE CAMBIO Y ESTADO DE LA BIODIVERSIDAD, LOS ECOSISTEMAS Y SUS SERVICIOS

CAPÍTULO 1	<i>Factores de cambio y estado de la biodiversidad</i>	37
1.1	Introducción	38
1.2	Factores implicados en las tendencias de cambio en la biodiversidad	40
1.2.1	Factores de raíz o últimos	40
	Demográficos, en particular la tasa de crecimiento y la densidad poblacional, 42; De gobernabilidad o de política social, 42; Económicos, 43; De adopción tecnológica, 43; Culturales, 43	
1.2.2	Factores directos o próximos	45
1.3	Factores de cambio y su importancia relativa	45
1.3.1	Cambios en la cobertura y uso del suelo	45
	<i>Recuadro 1.1</i> Red de interacciones de factores de cambio en México	46
	Selva húmeda, 49; Selva seca, 50; Bosque mesófilo de montaña, 51; Bosques templados de coníferas y latifoliadas, 51; Ecosistemas áridos y semiáridos, 52	
	<i>Recuadro 1.2</i> Fragmentación del hábitat en la región de Los Tuxtlas	54
	Humedales, 56; Ecosistemas dulceacuícolas, 56	
	<i>Recuadro 1.3</i> La proliferación de luces nocturnas: un indicador de actividad antrópica en México	59
1.3.2	Extracción	62
1.3.3	Especies invasoras exóticas	63
1.3.4	Contaminantes	64
1.3.5	El cambio climático	65
1.3.6	Costos y transacciones	65
1.3.7	Tendencias bidireccionales	66
	Referencias	68

CAPÍTULO 2	<i>Estado y transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas</i>	75
2.1	Introducción	76
	<i>Recuadro 2.1</i> Cartas de uso del suelo y vegetación del INEGI	78
2.2	Estado actual de los ecosistemas y paisajes terrestres del país	80
2.3	Principales alteraciones y transformaciones que han experimentado los ecosistemas y paisajes terrestres en las últimas décadas	92

2.4	Procesos responsables de las alteraciones y transformaciones que han experimentado los ecosistemas y paisajes terrestres en las últimas décadas	95
2.4.1	Selvas húmedas	95
2.4.2	Selvas subhúmedas	96
2.4.3	Bosques templados	102
2.4.4	Matorrales xerófilos	106
2.4.5	Pastizales	110
2.4.6	Prospectiva	121
2.5	Conclusiones	124
	Referencias	128

CAPÍTULO 3 *Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico*

131

3.1	Introducción	133
3.1.1	Perturbaciones, procesos ecológicos y biodiversidad	134
3.1.2	Perturbaciones naturales <i>versus</i> antropogénicas	135
	<i>Recuadro 3.1</i> Dinámica de regeneración natural de selvas húmedas	136
	<i>Recuadro 3.2</i> Efectos del fuego sobre la biodiversidad en ecosistemas forestales	137
3.1.3	Los desastres	138
	<i>Recuadro 3.3</i> Las "aguas grandes" en la costa de Chiapas: ¿cada cuándo?	140
	<i>Recuadro 3.4</i> Riesgo de inundaciones por efectos de la deforestación en el estado de Veracruz	141
3.2	Impacto de los desastres naturales	143
3.2.1	Diseño del estudio	143
3.2.2	Impacto de las sequías	144
3.2.3	Impacto de los incendios forestales	149
3.2.4	Impacto de los huracanes	155
3.2.5	Impacto de las inundaciones	158
3.2.6	Sinergias y cambio climático	161
	Sinergias entre perturbaciones naturales, 161; Cambio climático, 164	
	<i>Recuadro 3.5</i> Efecto del cambio climático en la distribución de la diversidad biológica en México	166
	<i>Recuadro 3.6</i> Cambio climático y biodiversidad: avances y retos en México	168
3.3	Conclusiones y recomendaciones	175
	Referencias	177

CAPÍTULO 4 *Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos*

185

4.1	Introducción	187
4.1.1	Contexto	187
4.2	Tipos de servicios ecosistémicos	188
4.3	Oferta temporal y espacial de los servicios ecosistémicos en México	191
4.3.1	Servicios de provisión	191
	Alimentos derivados de la agricultura, 191	
	<i>Recuadro 4.1</i> Servicios de provisión, regulación y culturales que proporcionan los agroecosistemas de México: el caso del maíz en la cuenca del Lago de Pátzcuaro	192

	Alimentos derivados de la ganadería, 194; Alimentos derivados de la pesca, 195; Alimentos derivados de la acuicultura, 198; Madera, 198; Leña, 201; Recursos diversos, 201
<i>Recuadro 4.2</i>	Recursos diversos de México y sus usos potenciales: el caso de plantas medicinales y el desarrollo de medicamentos 203
	Agua (cantidad y calidad, que incluye servicios de provisión, regulación y soporte), 205
<i>Recuadro 4.3</i>	Cambios temporales en la capacidad de regulación de la calidad del agua: el caso de la cuenca alta del Río Lerma 211
4.3.2	Servicios de regulación 213
	Regulación asociada a la biodiversidad, 213; Regulación de plagas, de vectores de enfermedades y de la polinización, 213
<i>Recuadro 4.4</i>	La regulación biológica de plagas: el caso de la mosca de la fruta 215
<i>Recuadro 4.5</i>	La regulación de la polinización: un servicio ecosistémico para la agricultura y su relación con el mantenimiento de la biodiversidad 216
	Regulación de la erosión del suelo, 217
<i>Recuadro 4.6</i>	Indicadores de la capacidad de proporcionar servicios ecosistémicos o de impactos severos a esta capacidad: el caso de la regulación del mantenimiento de la fertilidad del suelo 218
	Regulación del clima y de la calidad del aire, 221; Regulación de la respuesta a eventos naturales extremos, 222
4.3.3	Servicios culturales 223
<i>Recuadro 4.7</i>	Valoración de servicios ecosistémicos: el caso de los manglares 225
4.4	Relaciones complejas entre servicios 227
4.5	El papel de las políticas en la capacidad presente y futura de los ecosistemas para proporcionar servicios ecosistémicos 233
4.6	Hacia el mantenimiento de los ecosistemas y sus servicios 235
4.7	Conclusión 236
	Referencias 236

CAPÍTULO 5 *Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna*

247

5.1	Introducción 248
5.2	Extracción de plantas 249
	5.2.1 El potencial de manejo sustentable 249
	5.2.2 Extracción ilegal 250
5.3	Flora maderable para propósitos comerciales 251
5.4	Flora no maderable 251
	<i>Recuadro 5.1</i> Extracción de madera en la zona maya de Quintana Roo: un análisis de tres ejidos sugiere un manejo forestal sustentable 252
	<i>Recuadro 5.2</i> Extracción de candelilla en el ejido San Lorenzo, municipio de Cuatrociénegas, Coahuila: un ejemplo de extracción sustentable 255
5.5	Tráfico ilegal de especies silvestres 257
	5.5.1 Cícadas 259
	5.5.2 Orquídeas 260
	5.5.3 Cactus 262
5.6	Extracción de animales: cacería 263
5.7	Pesca 266

- 5.8 Afectación por contaminación 269
- 5.9 Sinergias entre factores de impacto directo y factores indirectos 271
- 5.10 Epílogo 271
- Referencias 272

CAPÍTULO 6 *Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía* 277

- 6.1 Introducción 279
- 6.2 Especies invasoras en ecosistemas terrestres 280
 - 6.2.1 Resumen histórico 281
 - De los primeros pobladores a los conquistadores, 281; Situación actual, 281
- 6.3 Impactos de la flora y la fauna introducidas 283
 - 6.3.1 Impacto biológico y ecológico 283
 - 6.3.2 Flora terrestre exótica en México 285
 - Invertebrados, 285; Vertebrados, 286
 - 6.3.3 Impacto económico y social 286
 - 6.3.4 Prevención, control y erradicación 287
 - Prevención, 287; ¿Control o erradicación?, 287
- Recuadro 6.1* Resumen de la normatividad sobre especies invasoras 288
 - Técnicas de control y erradicación de plantas exóticas, 289; Técnicas de control y erradicación de mamíferos exóticos, 289
- Recuadro 6.2* La fauna exótica en las islas del noroeste 290
- 6.4 Especies invasoras en ecosistemas acuáticos 296
 - 6.4.1 El virus del síndrome de la mancha blanca 297
 - Posibles vías de introducción a México, 297; Impacto económico, biológico y social, 297
 - 6.4.2 Virus del oeste del Nilo 297
 - Posibles vías de introducción a México, 297; Impacto económico, biológico y social, 298
 - 6.4.3 Helmintos parásitos en peces de agua dulce en México 298
 - Principales vías de introducción, 298; Impacto ecológico, económico y social, 298
 - 6.4.4 Zooplancton epicontinental exótico en México 298
 - Principales vías de introducción, 298
 - 6.4.5 Plancton marino 301
 - Impacto económico, biológico y social, 301
 - 6.4.6 Moluscos continentales 302
 - Posibles vías de introducción a México e impactos, 302
 - 6.4.7 Crustáceos exóticos 303
 - Especies invasoras actuales y potenciales, 303
 - 6.4.8 Peces de agua dulce 303
 - Especies en riesgo, 303; Especies exóticas e invasoras en México, 304; Vías de introducción, 304; Especies ícticas de cultivo actual y potencial, 304; Impacto biológico, ecológico, económico y social, 304
 - 6.4.9 Anfibios y reptiles exóticos 304
 - Vías de introducción e impactos, 305
 - 6.4.10 Macroalgas exóticas 305
 - Vías de introducción, 305; Especies invasoras presentes en México, 305

<i>Recuadro 6.3</i>	Estudio de caso: la invasión de los peces diablo	306
6.4.11	Malezas acuáticas exóticas	307
	Vías de introducción, 307; Impacto económico y ecológico, 307; Prevención, 308; Control, 308; Erradicación, 308	
6.5	Marco legal y políticas públicas en México	308
6.6	Actividades estratégicas	309
6.7	Perspectivas	309
6.8	Necesidades de investigación	312
	Referencias	312

CAPÍTULO 7 *La bioseguridad en México y los organismos genéticamente modificados: cómo enfrentar un nuevo desafío* 319

7.1	Introducción: el proceso de domesticación y la biodiversidad	320
7.2	La biotecnología y los organismos genéticamente modificados	326
7.3	Nuevas aplicaciones en cultivos transgénicos y el valor de la conservación de variedades	327
	<i>Recuadro 7.1</i> Potencial y riesgo de los cultivos genéticamente modificados	328
	<i>Recuadro 7.2</i> ¿Pueden las pequeñas comunidades rurales beneficiarse de la biotecnología?	330
	<i>Recuadro 7.3</i> Cultivos biofarmacéuticos y su posible riesgo	331
	<i>Recuadro 7.4</i> Reflexiones en torno a los riesgos en relación con los OGM	334
7.4	La bioseguridad	335
	7.4.1 El análisis de riesgo	335
	<i>Recuadro 7.5</i> Bioseguridad y sociedad	336
	7.4.2 Relación entre los OGM y la biodiversidad	337
	7.4.3 Regulación y política	338
	7.4.4 La participación pública y la bioseguridad	339
7.5	La bioseguridad en México	339
7.6	Los grandes retos de la bioseguridad	347
	7.6.1 Nuevas aplicaciones	347
	7.6.2 Instrumentación de la LBOGM	347
	7.6.3 Fortalecimiento de capacidades	348
	Referencias	350

CAPÍTULO 8 *Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas* 355

8.1	Introducción	356
8.2	Maíz	357
8.3	Frijol	359
	<i>Recuadro 8.1</i> La diversidad del maíz y el posible impacto de la introducción de transgenes en México	360
8.4	Aguacate	365
8.5	Nopal	368
8.6	Agave	371
8.7	Conclusiones	373
	Referencias	376

SEGUNDA PARTE.
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN MÉXICO

CAPÍTULO 9 *Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México*

385

- 9.1 La función social de las áreas naturales protegidas 387
- 9.1.1 Población en las áreas naturales protegidas 387
- Recuadro 9.1* Proyecto Dominó: estrategias de manejo social del tiburón ballena en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, Yucatán 389
- 9.1.2 Régimen de propiedad territorial y áreas naturales protegidas 390
- 9.2 Las áreas naturales protegidas de México 391
- Recuadro 9.2* Atención a grupos irregulares en la Selva Lacandona 392
- Recuadro 9.3* Efectividad de las áreas naturales protegidas de México 394
- 9.2.1 El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas 398
- 9.2.2 Las áreas naturales protegidas de México en el contexto internacional 399
- 9.2.3 Áreas naturales protegidas federales 401
- Contexto de políticas públicas, 401; Marco institucional, 403; Marco legal, 404; Instrumentos de planeación, 404; Participación pública, 406; Recursos humanos, 407
- Recuadro 9.4* Conservación de pastizales en el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Coahuila 408
- Recursos financieros, 409
- Recuadro 9.5* ¿Funcionan las reservas de la biosfera? La experiencia del Fondo para Áreas Naturales Protegidas 411
- Recuadro 9.6* La fábrica de agua: el Parque Nacional Izta-Popo 413
- 9.2.4 Áreas naturales protegidas de las entidades federativas 415
- Contexto de políticas públicas, 415; Marco institucional, 416; Marco legal, 416; Instrumentos de planeación, 417
- 9.2.5 Áreas naturales protegidas municipales 417
- Contexto de políticas públicas y marco institucional, 417; Marco legal, 419; Instrumentos de planeación, 419; Participación pública, 419; Recursos humanos y financieros, 419
- 9.2.6 Áreas naturales protegidas privadas y sociales 420
- Contexto de políticas públicas, 420; Marco institucional, 421; Otros esquemas, 421; Marco legal, 421
- Recuadro 9.7* Conservación privada y comunitaria de la naturaleza en México: antecedentes históricos 422
- Instrumentos de planeación, 423
- Recuadro 9.8* El modelo comunitario de conservación en Oaxaca 424
- Recursos financieros, 425
- 9.2.7 Integración en el paisaje de las áreas naturales protegidas en México 425
- Referencias 428

CAPÍTULO 10 *Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad*

433

- 10.1 Instrumentos de planeación para la conservación ecológica 435
- 10.1.1 Regiones prioritarias 436
- Regiones terrestres prioritarias, 436; Regiones marinas prioritarias, 437; Regiones hidrológicas prioritarias, 439; Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), 439
- 10.1.2 Otros esfuerzos desarrollados en el ámbito federal 441

- 10.2 Representatividad de las diversas regionalizaciones de los ecosistemas del país y áreas naturales protegidas 441
- 10.2.1 Biomas y tipos de vegetación 441
- 10.2.2 Áreas naturales protegidas 442
- 10.2.3 Vacíos y omisiones en las áreas naturales protegidas 444
- 10.3 Compatibilidad de las regiones prioritarias con otros ejercicios de planeación y estrategias de conservación 444
- Recuadro 10.1* Estrategias de planeación y actividades del World Wildlife Fund para la conservación en México 445
- 10.3.1 Humedales Ramsar 446
- 10.3.2 Humedales prioritarios de DUMAC 446
- 10.3.3 Proyectos de regionalización y conservación transfronterizos 447
- Recuadro 10.2* Áreas marinas prioritarias para la conservación: Baja California al Mar de Bering 448
- 10.4 Influencia de los instrumentos de planeación para la conservación de la biodiversidad en la toma de decisiones 449
- Recuadro 10.3* Planeación y gestión ambiental municipal en las regiones prioritarias de México 450
- 10.4.1 Orientación y optimización de los proyectos de estudio, recolecta e investigación en las regiones prioritarias 450
- Recuadro 10.4* Importancia de la regionalización en las convocatorias del Fondo Sectorial de Investigación Ambiental 451
- Fondos públicos para investigación, 453; Fondos Sectoriales Semarnat-Conacyt, 453; Fondos privados, 453
- Recuadro 10.5* La importancia de las regiones prioritarias para el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. 453
- 10.5 Perspectivas 454
- Referencias 455

CAPÍTULO 11 *Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas*

459

- 11.1 Introducción 462
- 11.2 Tortugas marinas 462
- 11.2.1 El reto de un ciclo de vida complejo 462
- 11.2.2 Iniciativas de conservación en ámbitos nacionales e internacionales 463
- 11.2.3 Estado de conservación de las especies en México 465
- Tortuga golfinia, 465; Tortuga lora, 466; Tortuga caguama, 468; Tortuga verde o blanca (Atlántico) y prieta (Pacífico), 470; Tortuga carey, 472; Tortuga laúd, 474
- 11.2.4 Prioridades para el estudio y conservación de las tortugas marinas 475
- 11.3 Aves acuáticas migratorias 475
- 11.3.1 Prioridades para el estudio y conservación de las aves migratorias 478
- 11.3.2 Iniciativas nacionales e internacionales para conservar las aves migratorias 478
- 11.4 Aves rapaces migratorias 479
- 11.4.1 Ecología de la migración 479
- 11.4.2 Factores que limitan a las poblaciones de rapaces durante la migración y la época no reproductiva 481
- 11.4.3 Proyectos de conservación en México 481
- 11.4.4 Temas de investigación prioritarios para la conservación 482

- 11.5 Colibríes 482
 - 11.5.1 Introducción 482
 - 11.5.2 Valor y usos 482
 - 11.5.3 Riqueza de especies y distribución geográfica 483
 - 11.5.4 Migración 483
 - 11.5.5 Endemismo 483
 - 11.5.6 Requerimientos de hábitat 484
 - 11.5.7 Estado de conservación y tendencias poblacionales 484
 - 11.5.8 Amenazas a la población 485
- 11.6 Otras aves y sus generalidades 485
 - 11.6.1 Migración 485
 - 11.6.2 Aves terrestres 485
- Recuadro 11.1* Iniciativa Trinacional Guacamayas Sin Fronteras: estrategia regional y plan de acción 2001-2005 para la conservación de la guacamaya roja (*Ara macao cyanoptera*) en la selva maya de Belice, Guatemala y México 488
- 11.7 Murciélagos 490
- 11.8 Mamíferos marinos 495
 - 11.8.1 Estado de conservación 495
 - 11.8.2 Amenazas a la conservación 496
 - 11.8.3 Protección formal de los mamíferos marinos en México 496
 - 11.8.4 Ballena azul 497
 - Distribución, 497; Migración, 497; Tamaño de la población, 498; Categorías de riesgo, 498
 - 11.8.5 Ballena gris 498
 - Distribución, 498; Migración, 499; Tamaño de la población, 499; Categorías de riesgo, 499
 - 11.8.6 Ballena jorobada 499
 - Distribución, 499; Migración y estructura de las poblaciones del Pacífico norte, 500; Tamaño de la población, 500; Categorías de riesgo, 500
 - 11.8.7 Ballena franca del Pacífico norte 500
 - Distribución, 500; Tamaño de la población, 501; Categorías de riesgo, 501
 - 11.8.8 Cachalote 501
 - Distribución, 501; Movimientos, 501; Tamaño de la población, 501; Categorías de riesgo, 502
 - 11.8.9 Orca 502
 - Distribución, 502; Movimientos, 502; Localidades registradas, 502; Categorías de riesgo, 502
- 11.9 Conclusiones 502
- Referencias 504
- Apéndice 11.1* Lista de las especies consideradas migratorias por la Neotropical Migratory Bird Conservation Act 

CAPÍTULO 12 *Conservación de especies ex situ*

- 12.1 Introducción 519
 - Recuadro 12.1* Métodos *ex situ* de conservación de plantas 520
 - Recuadro 12.2* Recomendaciones generales para el desarrollo del proceso *ex situ* de plantas 522
- 12.2 Conservación *ex situ* de especies vegetales 523

- 12.2.1 Jardines botánicos 523
 Jardines botánicos en el país, 524; Las especies de plantas de los jardines botánicos, 524;
 Las colecciones nacionales en los jardines botánicos, 526; Consideraciones
 y recomendaciones, 526
- 12.2.2 Recursos genéticos forestales y bancos de germoplasma 527
- Recuadro 12.3 Metas de la Estrategia Global para la Conservación
 Vegetal 2003 527
- 12.2.3 Laboratorios de cultivo de tejidos vegetales 529
- 12.3 Conservación *ex situ* de especies animales 529
- Recuadro 12.4 Cultivo de tejidos vegetales 530
- 12.3.1 Zoológicos, criaderos y acuarios 531
 La Asociación de Zoológicos, Criaderos y Acuarios de la República Mexicana (AZCARM), 531;
 Apoyo a los programas de conservación de las especies silvestres prioritarias, 532;
 Investigación, 532; Proyectos de conservación de las colecciones pertenecientes
 a la AZCARM, 532; La infraestructura de los zoológicos, 534; Plan estratégico de colección
 y registros, 534; Participación en talleres de conservación, análisis y manejo planificado
 de especies silvestres, 535; Red de Monitoreo del Uso de Animales Silvestres Vivos
 (Remus), 535; Estrategias de Colaboración para la Recuperación de Especies
 de la AZCARM, 535; Colecciones vivas en la conservación *ex situ* de peces dulceacuícolas, 535
- Recuadro 12.5 Cultivo de *Chirostoma estor estor*, un pez de importancia tradicional
 y económica en riesgo 537
- 12.4 Conservación *ex situ* de otros organismos 538
- 12.5 Las colecciones *ex situ* como herramientas de educación 539
- 12.6 Consideraciones finales: hacia un inventario nacional 540
- 12.7 Conclusiones 541
- Referencias 542
- Apéndice 12.1 Jardines botánicos de México (CP 3)

CAPÍTULO 13 *Planificación y desarrollo de estrategias para la conservación de la biodiversidad* 545

- 13.1 Introducción y marco conceptual 547
- 13.2 Estrategias de conservación en México 548
- 13.2.1 La Estrategia Nacional sobre Biodiversidad 548
- 13.2.2 Las estrategias estatales de conservación 548
- 13.2.3 Estrategias regionales, ecosistémicas y para la conservación de especies
 de interés 550
 Estrategias de enfoque geográfico o regional, 550
- Recuadro 13.1 Síntesis de los ejercicios de planeación estratégica desarrollados para
 la conservación y el desarrollo sustentable de la región del Golfo de California 552
 Estrategias con enfoque temático, 553
- Recuadro 13.2 Hacia una estrategia para la conservación de pastizales del Desierto
 Chihuahuense 554
 Estrategias con enfoque en ecosistemas, 554; Estrategias dirigidas a la conservación
 de la vida silvestre y sus hábitats, 555; Otras estrategias vinculadas a la conservación, 556
- 13.2.4 Patrones generales de las estrategias de conservación en México 557
- 13.3 Perspectivas de conservación 558
- 13.3.1 Procesos ecológicos y conectividad entre áreas de conservación 558
- 13.3.2 Diseño e implementación de estrategias de nivel nacional, regional y estatal
 para la conservación y el uso sustentable del agua 561

- 13.3.3 Planeación estratégica en el contexto del cambio climático global 563
- 13.3.4 Hacia una estrategia para la prevención, el control y la erradicación de especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad 566
- 13.4 Conclusiones 567
- Referencias 568
- Apéndice 13.1 Principales actividades generales de una estrategia de conservación (CD 3)
- Apéndice 13.2 Ejercicios de planificación estratégica para la conservación que incluyen a México y que fueron analizados para este trabajo (CD 3)

CAPÍTULO 14 *Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México* 575

- 14.1 Introducción 576
- 14.2 Antecedentes 577
- 14.3 Métodos 579
 - 14.3.1 Sitios cero extinciones 579
 - 14.3.2 Áreas naturales protegidas 581
- 14.4 Sitios cero extinciones 583
 - 14.4.1 Mamíferos 583
 - 14.4.2 Aves 583
 - 14.4.3 Reptiles 585
 - 14.4.4 Anfibios 588
 - 14.4.5 Peces dulceacuícolas 588
- 14.5 Áreas naturales protegidas 591
 - 14.5.1 Representatividad de mamíferos 592
 - 14.5.2 Representatividad de aves 593
 - 14.5.3 Representatividad de reptiles 594
 - 14.5.4 Representatividad de anfibios 594
- 14.6 Conclusiones y recomendaciones 597
- Referencias 598
- Apéndice 14.1 Sitios cero extinciones en México, de acuerdo con la Alianza Cero Extinciones (CD 3)
- Apéndice 14.2 Mamíferos de la Estrategia Cero Extinciones (CD 3)
- Apéndice 14.3 Sitios cero extinciones de aves (CD 3)
- Apéndice 14.4 Sitios cero extinciones de reptiles (CD 3)
- Apéndice 14.5 Sitios cero extinciones de anfibios (CD 3)
- Apéndice 14.6 Sitios cero extinciones de peces (CD 3)

TERCERA PARTE.

RETOS Y PERSPECTIVAS DE CONSERVACIÓN EN MÉXICO

CAPÍTULO 15 *El reto de la conservación de la biodiversidad en los territorios de los pueblos indígenas* 603

- 15.1 Introducción 604
- 15.2 Los territorios actuales de los pueblos indígenas 606
- 15.3 El agua, la diversidad silvestre y la agrobiodiversidad en los territorios de los pueblos indígenas 610
 - 15.3.1 Captura del agua, las cuencas y los pueblos indígenas 610
 - 15.3.2 La cubierta vegetal y el uso del suelo en los territorios de los pueblos indígenas 610

- 15.3.3 La riqueza biológica en los territorios de los pueblos indígenas 615
Los territorios de los pueblos indígenas y las áreas naturales protegidas federales y estatales, 615; Las regiones terrestres prioritarias en diversidad biológica y los territorios de los pueblos indígenas, 620
- 15.3.4 Los recursos fitogenéticos domesticados y semidomesticados en los territorios de los pueblos indígenas 622
- 15.4 Las regiones bioculturales prioritarias: una base para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sustentable 632
 - 15.4.1 Construir las regiones bioculturales de conservación y desarrollo 634
La forestería comunitaria sustentable, 640; Producción de café de sombra, 641; Manejo de cuencas, subcuencas y microcuencas como acción colectiva de comunidades indígenas, 642
 - 15.4.2 La defensa de la agrobiodiversidad de los pueblos indígenas en las regiones bioculturales prioritarias 642
 - 15.4.3 Organización comunitaria y manejo sustentable de los recursos naturales 643
- Referencias 645

CAPÍTULO 16 *Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México*

651

- 16.1 Introducción 653
- 16.2 Análisis de ambientes terrestres 656
 - 16.2.1 Antecedentes 656
Estudios a escala global y continental, 656
 - Recuadro 16.1* Encuesta nacional sobre prioridades de conservación 658
Estudios a escala nacional, 662
 - 16.2.2 Bases de datos geográficas y de biodiversidad 664
 - 16.2.3 Análisis ecorregional 665
Métodos, 665; Ecorregiones prioritarias para la conservación, 665; Vacíos y omisiones de conservación en las ecorregiones, 674
 - 16.2.4 Análisis de optimización con base en la selección de objetos de conservación y amenazas a la biodiversidad terrestre 678
Métodos, 678; Sitios de importancia para la conservación, 684; Vacíos y omisiones en conservación de los sitios prioritarios para la conservación, 688
- 16.3 Análisis de ambientes marinos 690
 - 16.3.1 Antecedentes 690
 - 16.3.2 Métodos 692
 - Recuadro 16.2* Análisis preliminar de la conservación de la biodiversidad insular 694
 - 16.3.3 Identificación de sitios marinos de importancia para la conservación 699
 - 16.3.4 Análisis de vacíos y omisiones para la conservación de la biodiversidad marina 702
- 16.4 Conclusiones 707
 - Recuadro 16.3* Planeación del metanálisis y perspectivas para la conservación en México ^{CD}₃
- Referencias 711
- Apéndice 16.1* Participantes en los análisis de omisiones de áreas importantes para la conservación de la biodiversidad ^{CD}₃
- Apéndice 16.2* Bases de datos geográficas y de biodiversidad consultadas ^{CD}₃

Apéndice 16.3 Variables usadas para la elaboración de los índices de importancia biológica (IIB), de riesgo (IRI) y de respuesta (IRE) ^{CD 3}

Apéndice 16.4 Lista de los elementos de la biodiversidad incorporados en la detección de sitios prioritarios. Se muestran los criterios de evaluación como filtros finos y las metas de conservación utilizadas en el análisis con el programa Marxan ^{CD 3}

Apéndice 16.5 Lista de elementos focales utilizados en la identificación de sitios de mayor importancia para la conservación de la biodiversidad costera y oceánica de México ^{CD 3}

CAPÍTULO 17 *El reto de la conservación de la biodiversidad en zonas urbanas y periurbanas*

719

- 17.1 El crecimiento de las zonas urbanas 720
- 17.2 Consecuencias ambientales de la urbanización 722
- 17.3 La urbanización en México 723
 - 17.3.1 Recursos hídricos 727
 - Recuadro 17.1 Las ciudades costeras 728
 - Recuadro 17.2 La Cuenca del Río Tijuana: un enfoque binacional para la conservación 732
 - 17.3.2 Residuos sólidos 737
- 17.4 Un caso paradigmático: la Cuenca de México y su gran ciudad 738
 - Recuadro 17.3 El zacatuche como la punta del iceberg del proceso de pérdida de la biodiversidad 741
- 17.5 La población de la Cuenca de México 743
 - 17.5.1 La transformación ambiental 745
 - Recuadro 17.4 Dificultades para la conservación de la biodiversidad en las zonas urbanas: el caso del Parque Ecológico de la Ciudad de México 747
- 17.6 Conclusión 752
- Referencias 753

CAPÍTULO 18 *Conservación y sociedad*

761

- 18.1 Introducción 763
- 18.2 Percepciones sociales sobre la naturaleza y la conservación 764
 - Recuadro 18.1 Aportaciones de las ciencias sociales a la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas 765
 - Recuadro 18.2 La naturaleza como construcción social 766
 - 18.2.1 Percepciones sobre la naturaleza y su conservación en el medio rural 767
 - Recuadro 18.3 Agua y cultura en Mesoamérica 767
 - Recuadro 18.4 Visión, conocimiento y uso de la biodiversidad entre los mayas de Yucatán 770
 - 18.2.2 La percepción urbana sobre la relación sociedad-naturaleza y la conservación 773
- 18.3 La toma de conciencia sobre la problemática ambiental y la importancia de la conservación 774
 - Recuadro 18.5 Percepciones de mujeres del medio urbano en torno al ambiente 775
 - 18.3.1 La educación ambiental no formal en el ámbito urbano 776
 - 18.3.2 La educación ambiental en el medio rural 777
 - Recuadro 18.6 Ecoturismo y educación ambiental en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán 777

- Recuadro 18.7* Educación ambiental y conservación de murciélagos en México 779
- 18.3.3 El papel de los medios de comunicación masiva 780
- 18.3.4 Esfuerzos de la sociedad civil organizada 781
- Recuadro 18.8* Programas sobre medio ambiente en el Canal 11 de TV 782
- Recuadro 18.9* Experiencia del programa de manejo de desechos limpios y separados en El Grullo y Autlán, Jalisco 783
- 18.3.5 Esfuerzos del sector público 785
- 18.4 La participación social en los esfuerzos de conservación 785
- Recuadro 18.10* Educación ambiental en el Consejo Nacional de Fomento Educativo 786
- Recuadro 18.11* Manejar el agua no significa controlarla: mujeres y agua en comunidades indígenas de Chiapas 787
- Recuadro 18.12* Más allá del comanejo en el uso sostenible de los recursos biológicos 788
- 18.4.1 El papel de las instituciones locales del medio rural en la conservación ecológica 789
- Recuadro 18.13* La participación social en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Jalisco 792
- 18.4.2 La participación social en la protección ambiental en el medio urbano 793
- Recuadro 18.14* Participación social y gestión de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán 794
- 18.5 Construcción de una responsabilidad social en torno a la conservación: conclusiones, criterios y recomendaciones 796
- Referencias 797

CUARTA PARTE.

LECCIONES APRENDIDAS

CAPÍTULO 19 *Estado de conservación del capital natural de México: retos y perspectivas*

805

- 19.1 Avances, limitaciones y conclusiones 805
- 19.2 Necesidades inmediatas de cara al futuro 808
- Referencias 809

Autores 811

Revisores 818

Mapa general de México 821



CAPITAL NATURAL DE MÉXICO

