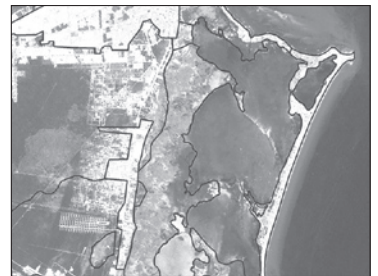
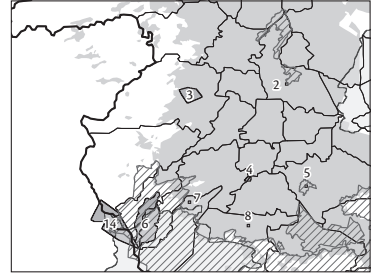


# CAPITAL NATURAL DE MÉXICO

---

Volumen II

ESTADO DE CONSERVACIÓN Y TENDENCIAS DE CAMBIO



La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad es una Comisión Intersecretarial presidida por el titular del Ejecutivo Federal.

# CAPITAL NATURAL DE MÉXICO

---

*Coordinador general*  
José Sarukhán

## Volumen II Estado de conservación y tendencias de cambio

---

*Compiladores*  
Rodolfo Dirzo  
Renée González  
Ignacio J. March



Comisión Nacional  
para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

MÉXICO, 2009

## **Coordinación general**

José Sarukhán

## **Compilación**

Antonio Alonso Concheiro  
Salvador Anta  
Julia Carabias  
Rodolfo Dirzo  
Exequiel Ezcurra  
Renée González  
Gonzalo Halffter  
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](http://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

# Presentación

---

El capital natural que alberga nuestro país es uno de los más diversos del planeta y ofrece a los mexicanos variadas oportunidades para su desarrollo económico y elevar su calidad de vida, a pesar de que a lo largo de muchos años ha sido severamente deteriorado en extensas regiones y de que, en términos generales, el desarrollo del país no ha incluido criterios ambientales.

Esta obra, dedicada a ese privilegiado capital natural de México, es de gran relevancia no solo por ser resultado de un gran esfuerzo colaborativo, sino por el enfoque que ofrece al hacer una evaluación científica de los temas más relevantes relacionados con la biodiversidad, su conservación y manejo racional y los retos que enfrentamos como sociedad para lograr la sustentabilidad. En ese sentido, quiero hacer tres reflexiones a partir de este trabajo colectivo.

La primera se refiere a que es gratificante reconocer que tenemos un avance importante en el conocimiento de nuestra diversidad biológica, a diez años de haberse publicado el *Estudio de País* compilado por la CONABIO y con el que México cumplió con uno de los compromisos del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Este nuevo estudio muestra que ahora tenemos ya disponible gran cantidad de información de alta calidad que permite tomar decisiones sobre bases científicas.

La segunda reflexión es que, a pesar de los indudables avances de los últimos años que ha tenido el país en ma-

teria ambiental, también han crecido las amenazas de numerosos factores de presión que actúan de forma sinérgica. Este hecho nos indica claramente que no podemos actuar tibiamente; debemos enfrentar con energía e inteligencia los enormes retos que se nos presentan, debemos continuar los esfuerzos de conservación y multiplicarlos diversificando el abanico de instrumentos para ello, fortaleciendo las áreas protegidas y los programas de uso sustentable fuera de ellas, si queremos conservar en el largo plazo la megadiversidad de México.

La tercera reflexión es que los mexicanos necesitamos mantener una visión crítica respecto al camino hacia la sustentabilidad y aprender de nuestros errores y aciertos, para que el capital natural de las diversas tierras y mares de la nación beneficie a todos sus habitantes en el presente y en el futuro, particularmente a los pueblos que han sido sus principales guardianes, dueños, usuarios y generadores de conocimiento, y que han forjado la valiosa diversidad cultural, que también debe resguardarse.

Con *Capital natural de México* damos un paso adelante al contar con lo que puede considerarse un segundo estudio de país que nos permite tener una base sólida para tomar decisiones informadas. Así pues, expreso mi mayor reconocimiento a todos los que colaboraron compartiendo generosamente su experiencia, conocimiento y tiempo para brindarnos esta obra.

JUAN RAFAEL ELVIRA QUESADA  
*Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales*



## Prefacio

---

México se caracteriza por la gran heterogeneidad de su territorio: en él se encuentran paisajes de desiertos y selvas, tierras frías y calientes, volcanes de negro basalto que forjaron la cultura azteca, blancas calizas en las llanuras mayas, y montañas, llanos, ríos, mares. Además se distingue por sus grandes contrastes sociales. Los mexicanos nos reconocemos en la diversidad de ecosistemas, de culturas, de pensamientos; albergamos en nuestro territorio numerosas especies, muchas de ellas únicas en el mundo, en muy variados ambientes; también nos reconocemos en las innumerables y singulares culturas que habitan el país. Todo eso moldea nuestro carácter y nuestra unidad como nación. La característica más valiosa de México es la diversidad, tanto la ecológica y la biológica como la cultural.

Desde su origen, la especie humana ha dependido para su desarrollo y evolución cultural de la transformación de los ecosistemas y de los diversos servicios que estos le han brindado; de hecho, lo que podría interpretarse como una liberación —al menos parcial— de esa dependencia respecto de los sistemas naturales —como aparentemente ocurre con la utilización de fuentes de energía diferentes a la solar— no es sino una supeditación “disfrazada” a los servicios paleo-ecosistémicos. Es decir, hoy seguimos dependiendo de la actividad de los ecosistemas que existieron en el Carbonífero y que dieron lugar a la materia orgánica que ha sido la productora de los combustibles fósiles, base del desarrollo económico moderno de la humanidad, la cual, insistimos, sigue estando, por lo menos en primera instancia, totalmente subordinada a la existencia de los servicios ecosistémicos (ambientales) y al acceso a los mismos.

Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades vegetales y animales, y de microorganismos que los conforman y que actúan como un todo funcional. El agregado de los ecosistemas, las especies que los componen y la variación genética característica de cada especie, los procesos que ocurren en ellos y su funcionamiento constituyen lo que se llama biodiversidad. Los ecosistemas no solo son reservorios de dicha diversidad, sino proveedores de servicios y bienes de gran valor: además de aportarnos alimentos y fibras (en aquellos manejados

por el hombre), son responsables de la captación de agua pluvial que se infiltra y alimenta manantiales, ríos y lagos; producen y mantienen en su lugar suelos fértiles; capturan el bióxido de carbono de la atmósfera; alojan a los polinizadores indispensables para gran parte de la producción agrícola, así como a los agentes de control biológico de numerosas plagas dañinas para nosotros y nuestros cultivos, por mencionar algunos de esos servicios.

Los ecosistemas y sus servicios constituyen un capital comparable a los capitales financieros y de infraestructura de una nación. Sin embargo, las cuentas nacionales —con la excepción de las de unos cuantos países— no incluyen el deterioro del capital natural ni su costo en el cálculo de la riqueza producida. Estudios hechos por economistas con una visión que incluye la consideración del valor del capital natural demuestran que la mayoría de los países presentan, cuando se destruye el capital natural, un crecimiento económico negativo. Sin duda, este costo tiene un efecto inmediato o de corto plazo en los sectores menos privilegiados de la sociedad y finalmente, en el largo plazo, para el país mismo.

En México ha dominado la idea de que el desarrollo está confrontado con la conservación y el manejo racional de los ecosistemas. Quienes hemos contribuido a la presente obra pensamos que ya es hora de asumir en nuestro país que esta idea está equivocada, que es perversa y que tenemos que trabajar en un contexto de desarrollo económico sostenido con beneficio social permanente, acotado solo por las características ambientales de cada región.

El capital natural de México representa un gran potencial para el desarrollo y la generación de beneficios para toda la población. A pesar de ello, históricamente hablando, las políticas de explotación de los recursos naturales en el país no han favorecido la conservación de ese capital ni su uso sustentable, ni tampoco han mejorado el bienestar social.

En el futuro, las políticas de desarrollo que sigan dando a la gestión de la biodiversidad una baja prioridad estarán ignorando elementos básicos de la seguridad nacional y de las perspectivas del país, como tener una sociedad viable y competitiva que cuente con una base material sustentable.

Tenemos que asumir la diversidad ecológica, biológica y cultural como parte inherente, consustancial, de nuestro país. El capital natural es un patrimonio que tenemos que conocer para valorarlo, utilizarlo y conservarlo adecuadamente en beneficio de todos los mexicanos. Es un capital que no podríamos “importar” una vez que lo hayamos destruido. El conocimiento de ese capital natural debe ser creado en nuestro país, sobre todo por nuestra propia gente; tampoco lo podemos importar de otros países o regiones. Los ecosistemas no son transportables de un lado a otro, como tampoco lo son los servicios que nos proporcionan.

Por ello la presente evaluación de los ecosistemas mexicanos y de otros elementos de la biodiversidad ayudará a transitar de la fase de definición de problemas a la de planteamiento y diseño de soluciones; a pasar de la reacción ante los problemas a la anticipación de los mismos. Debemos partir del convencimiento de que los esfuerzos productivos y de mercado, sensatamente conducidos, pueden ser herramientas de desarrollo al mismo tiempo que de conservación de nuestro capital natural. Pero también estamos convencidos de que para ello es indispensable la rectoría del gobierno, informado de manera pertinente, certera y oportuna con lo mejor de nuestros conocimientos acerca de dicho capital natural.

Es esto lo que motiva el esfuerzo de la presente obra: poner a disposición de un amplio público, incluyendo el sector gubernamental, la mejor información disponible sobre lo que poseemos en cuanto a capital natural en el país, el estado de conservación del mismo, el potencial de utilizarlo de manera sensata y los escenarios de posibles trayectorias que pudiese tomar ese capital, dadas diversas decisiones y acciones políticas gubernamentales o de la sociedad en general, para delinear aquellas opciones que permitan congeniar la aparente tensión entre conservar y utilizarlo con miras al bienestar social.

El estudio *Capital natural de México* se ha enfocado a analizar toda la gama de los ecosistemas del país, desde los más prístinos hasta aquellos que han sido seriamente modificados, ya sean terrestres o marinos. Muchos de los capítulos hacen referencia a los servicios que los ecosistemas prestan a la sociedad y cómo el estado de salud de los ecosistemas afecta dichos servicios. También se describen, desde varias perspectivas, los diversos elementos de la biodiversidad y lo que conocemos de ellos. En ese sentido, cabe destacar que cerca de dos terceras partes de la biodiversidad mundial, medida a partir del número de especies, se localizan en un puñado de países conocidos como megadiversos. México forma parte de ellos y es ade-

más uno de los que al contar con un gran número de especies endémicas tiene una alta prioridad y se encuentra entre las cinco naciones con mayor riqueza biológica y cultural. Dentro de sus fronteras existe también una de las más grandes riquezas de ecosistemas terrestres del mundo, así como una extraordinaria diversidad marina, lo cual se ejemplifica al ser el único país que posee un mar propio, el Mar de Cortés, que destaca por su extraordinaria biodiversidad y por los recursos biológicos que alberga.

No se puede dejar de señalar, asimismo, la exuberante agrobiodiversidad, que ha llevado a que México sea reconocido en el ámbito mundial como uno de los principales centros de domesticación de plantas útiles para la humanidad.

## ANTECEDENTES

El presente estudio surge motivado por la necesidad de realizar una segunda evaluación de la biodiversidad del país. La primera fue elaborada bajo la coordinación de la CONABIO y publicada en 1998, con información de fuentes bibliográficas en su mayoría anteriores a 1995. Dicho estudio fue un primer esfuerzo por dar a conocer una síntesis descriptiva de la biodiversidad de México, que permitió cumplir con los acuerdos adquiridos al firmar y ratificar el Convenio sobre la Diversidad Biológica. La información compilada entonces fue utilizada para plantear la Estrategia Nacional para la Conservación de la Biodiversidad de México (publicada en 2000) y como base para el diseño o evaluación de algunos proyectos ambientales y para la difusión de la importancia de la diversidad biológica de México y los principales aspectos relacionados con su conservación. También ha servido como una guía nacional para que los estados de la República trabajen en sus propios informes.

Este segundo estudio arranca de la experiencia del primero, pero tiene un horizonte muy diferente: intenta hacer una evaluación de los ecosistemas, tanto terrestres como acuáticos (marinos y epicontinentales) de México; abarca también el concepto de servicios ecosistémicos en la medida que estos han podido ser considerados. Analiza, además, el estado actual de la biodiversidad desde el nivel genético hasta el de los ecosistemas, los factores que han influido en el cambio de esa biodiversidad y las tendencias de dicho cambio, las capacidades nacionales que han permitido o limitado el conocimiento, el uso racional y la conservación de la biodiversidad, así como los escenarios que podrán presentarse dadas ciertas circunstan-

cias de políticas públicas, inversión en el sector ambiental, etc. Se ha hecho uso extensivo de las grandes bases de datos con que cuenta la CONABIO, y se han realizado amplias consultas a expertos nacionales y extranjeros; se han llevado a cabo análisis novedosos de la información primaria disponible, yendo mucho más allá de los análisis de fuentes secundarias que caracterizaron el primer estudio.

Hemos usado aquí el concepto de capital natural para referirnos no solo a la biodiversidad representada por especies y comunidades, sino también a los servicios que los ecosistemas proveen a la sociedad en forma de bienes tangibles y valiosos; a otros aspectos como la biodiversidad generada por la gente (los cultivos y el conocimiento nativo acerca de ellos), y —aunque de manera más limitada— a la misma diversidad cultural como un elemento esencial para entender buena parte de las relaciones entre las sociedades y sus recursos a lo largo del tiempo. Se ha querido contribuir a inculcar en la sociedad una cultura que promueva la diversidad, que impulse una mayor apreciación del enorme valor de los servicios ambientales que nos proporciona la rica naturaleza de México y que aporte elementos determinantes para arraigar la decisión de conservar nuestro cada vez más amenazado patrimonio natural.

Hoy contamos con información más completa y solvente y en cantidades mucho mayores que hace 15 años. Ahora es necesario integrarla, analizarla y ponerla a disposición de los sectores interesados, tanto de los diferentes niveles de gobierno como de una sociedad cuya demanda de información confiable y reciente ha crecido de manera notable.

Este estudio se distingue en particular por la amplia participación de diversos especialistas, lo que representa un esfuerzo sin precedente para brindar información fundamentada que proporcione sólidos elementos de juicio para quienes toman decisiones, e intenta sentar las bases de una agenda ambiental de México para los próximos 10 años que sea útil y atractiva para los legisladores, los funcionarios en áreas ejecutivas de diferentes niveles de gobierno, la comunidad académica, las organizaciones civiles, la industria, los medios y la sociedad civil. Quisiéramos que también fuese útil para otros muy importantes tomadores de decisiones: los dueños tradicionales de los ecosistemas de nuestro país, pero es claro que en este sentido tenemos que trabajar mucho más, tanto en producir el tipo de información pertinente como en encontrar las mejores vías de comunicarlo.

En junio de 2006, cuando los capítulos ya tenían bien esbozado su contenido, se publicó un documento sinté-

tico (*Capital natural y bienestar social*) que reunía las principales ideas y reflexiones incluidas en ellos, con la finalidad de contribuir al debate nacional durante el proceso de cambio de administración pública y destacar la importancia de incorporar la visión ambiental, particularmente de la conservación y uso de la biodiversidad, en la planeación del desarrollo nacional para el periodo 2006-2012.

## OBJETIVO CENTRAL

Hemos tratado de integrar la fuente más completa de información primaria, actualizada, descriptiva, analizada y sintetizada sobre el estado del conocimiento, la conservación y el uso de la diversidad biológica de México, y de los servicios ambientales (o ecosistémicos) que presta. No ha sido el propósito de la obra presentar resultados inéditos provenientes de nueva investigación, sino organizar, evaluar y sintetizar el conocimiento disponible y, como resultado de ello, dar una opinión fundamentada del estado de la situación, de los logros y las limitaciones, los avances y los retrocesos en todo lo que se refiere al manejo sustentable, la conservación y la restauración de nuestro capital natural. En los casos en que ha sido posible, se ha empezado a hacer referencia a las consecuencias de este estado de cosas sobre el bienestar social de los habitantes del país, especialmente de quienes viven y dependen de los ecosistemas. Quisiéramos pensar que comenzamos a trazar un camino en lo que se refiere al análisis de la forma en que la calidad y cantidad de los componentes de la biodiversidad, incluyendo los servicios ecosistémicos, afectan el bienestar de la población del país. Pensamos que este es un camino que debemos recorrer de manera realmente interdisciplinaria en el futuro. Hemos empezado por darle un énfasis especial a los servicios que proporcionan los ecosistemas (resumideros de bióxido de carbono, productores de alimento, captadores de agua para el mantenimiento de acuíferos, ríos, lagos, humedales, retensores de suelo y conservadores de la fertilidad del mismo, proveedores de polinizadores, etc.).

Con esa misma idea fue elaborado el estudio global del Millennium Ecosystem Assessment (MA) —una evaluación sobre el estado de salud de los ecosistemas del planeta y su influencia en el bienestar humano—, que ha servido de fuente de inspiración para varios de los enfoques del nuestro, y que en los próximos años seguramente se irá extendiendo a otros estudios regionales. La conciencia acerca de la forma en que la humanidad demanda

crecientemente los servicios ecosistémicos ha crecido a un punto en el que las transacciones entre los diversos servicios que prestan los ecosistemas se empiezan a analizar cada vez más de manera cotidiana y todas las estadísticas indican que esa tendencia de análisis aumentará muy notablemente en las siguientes décadas. Por ejemplo, un país puede incrementar su abasto de alimentos convirtiendo sus ecosistemas naturales en sistemas agrícolas, pero esto tendrá como resultado una reducción en la cantidad de otros servicios de igual o mayor importancia —y por lo general irremplazables—, como la provisión de agua, la captura de bióxido de carbono de la atmósfera, la regulación de inundaciones y azolves o el control de la desertificación.

Existen claros indicios de que tanto a escala mundial como regional y local hay una severa degradación de la capacidad de los ecosistemas para proveer dichos servicios, incluidos los de producción de alimentos en ambientes terrestres y marinos. Los resultados del MA indican que la mayor parte de las regiones ecológicas del planeta y de los servicios de los ecosistemas están en franco proceso de degradación. Estos resultados son evidentes también, como lo verá el lector de esta obra, en el caso de México.

De acuerdo con lo anterior, en el estudio sobre el *Capital natural de México* intentamos:

- Identificar opciones de conservación y manejo sustentable de la diversidad biológica de México contenida en los ecosistemas del país, con ventajas para la población, en especial la que habita o usufructúa dichos ecosistemas de los que derivamos numerosos servicios y beneficios.
- Establecer claramente, como parte de la visión general de quienes toman decisiones, que cambiar el uso actual de un ecosistema por otro cualquiera tiene aspectos positivos (por ejemplo, la ganancia económica de un cultivo) y negativos (la pérdida y disminución de servicios ambientales como los mencionados), y que tomar una decisión que afecte un ecosistema debe ser el resultado de un conjunto de políticas multisectoriales de Estado que contemplen los efectos que se producirán en cada uno de los sectores económicos y sociales afectados.
- Ayudar a identificar las acciones locales de manejo sustentable y conservación (que con frecuencia son las más eficaces, pero las más difíciles de planear) y articularlas con las de otros niveles (estatales, nacionales, regionales e incluso mundiales).

Al comenzar los trabajos para la redacción de esta obra se definió un marco conceptual que se distribuyó a todos los autores y coautores de los capítulos, así como a los revisores externos de los mismos. Ese marco cuenta con una estructura lógica para evaluar el estado, las tendencias y respuestas del conocimiento, la conservación, el uso, las capacidades y los posibles escenarios futuros de la diversidad biológica de México.

Hemos procurado realizar una evaluación científica de la información existente y definir así qué componentes de lo que conocemos nos ofrecen las bases más firmes para, por un lado, tener una idea lo más realista posible de la situación en que se encuentra la conservación y el manejo sustentable de nuestro capital natural, y por otro sugerir las mejores opciones de acciones y políticas. Los autores han hecho un esfuerzo para que tales evaluaciones consideren problemas concretos, sean científicamente verosímiles, políticamente imparciales y respondan a las necesidades de quienes toman decisiones, es decir, que sean pertinentes. Una evaluación es creíble si los pares dentro de la comunidad científica avalan que la información científica y técnica es fidedigna y factible. Por ello numerosos revisores externos —que no tomaron parte en la redacción del capítulo que evaluaron— fueron invitados para validar los textos escritos por sus colegas; sus comentarios fueron analizados y atendidos por los autores responsables de los capítulos. La pertinencia de la información en los capítulos será juzgada por los usuarios de la obra. Esperamos su opinión y evaluaremos qué tanto será considerada o utilizada para cambiar decisiones políticas. Los autores han procesado la información de la manera más imparcial posible, para que sea del conocimiento de las instancias gubernamentales, el sector privado y la sociedad civil.

No ha sido propósito del presente documento proporcionar recomendaciones precisas sobre políticas necesarias o correcciones y adiciones a las mismas relacionadas con los diferentes asuntos abordados a lo largo de la obra. Ciertamente, de las evaluaciones hechas en los capítulos, sobre todo en los referentes a lecciones aprendidas, se pueden desprender cursos de acción que se consideren apropiados para reforzar políticas o acciones, innovarlas o corregirlas.

Además del material impreso en cada capítulo, la obra incluye abundantes datos básicos en discos compactos adjuntos en algunos volúmenes. Un componente en especial relevante es el <sup>CD</sup><sub>I</sub> (incluido en el volumen I) que contiene el listado de las especies que se conocen y han sido descritas como presentes en nuestro territorio y nues-

tros mares. Es un listado que, como todos los listados del mundo, siempre está cambiando, y su actualización es una tarea en constante proceso y deberá mantenerse en permanente revisión. Además, la obra estará disponible en línea en la página web de la CONABIO. Con esto pretendemos estimular el interés de los expertos para que con su ayuda podamos ampliar este listado, lo cual se hará de forma supervisada para asegurar que solamente información verificada por especialistas sea añadida. Esperamos también que al contar con toda la información de la obra disponible en línea, su difusión sea mayor y se estimule la investigación en temas fundamentales para el país.

El tratamiento de los temas en los capítulos se complementa donde es pertinente con mapas, figuras y cuadros, muchos de ellos originales, así como con recuadros que contienen estudios de caso, escritos en su mayoría por especialistas del tema. Esto tiene la ventaja adicional de ampliar el abanico de autores, y de enriquecer y hacer más representativo el trabajo de la obra al incorporar nuevos puntos de vista.

La obra *Capital natural de México*, que comenzó a elaborarse en 2005, consta de cinco volúmenes: I. *Conocimiento actual de la biodiversidad*; II. *Estado de conservación y tendencias de cambio*; III. *Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*; IV. *Capacidades humanas, institucionales y financieras*, y V. *Escenarios futuros*. Cada volumen ha tenido un grupo de compiladores a cargo del desarrollo del mismo; los capítulos cuentan con uno o varios autores responsables que coordinaron a todos los coautores y a los autores de los recuadros, en caso de que los haya. De estos cinco volúmenes, los tres primeros se publicarán en 2008 y los dos últimos en 2009. Para los tres primeros, el número total de capítulos es de 45, y en ellos participaron 648 autores provenientes de 227 instituciones tanto académicas como gubernamentales y de organizaciones civiles de la mayor parte de las entidades de la República, y 96 revisores externos.

## AGRADECIMIENTOS

Este ha sido un esfuerzo excepcional que constituye un ejemplo de colaboración académica y técnica. La obra se

habrá logrado con la participación voluntaria de quienes colaboraron en ella y demuestra el claro deseo de todos ellos de ofrecer lo mejor de su conocimiento para beneficio de nuestro país. No hay muchos ejemplos en los que más de 600 académicos y profesionales se hayan unido para hacer el análisis de un tema fundamental para el país, como es el capital natural de México.

Esa fue la labor de los compiladores de los cinco volúmenes, de los autores responsables de cada capítulo y sus coautores y de los autores de recuadros o apéndices de los capítulos. También debemos reconocer de modo especial el trabajo de los revisores externos. Los nombres de los compiladores de los volúmenes se incluyen al principio de los mismos y, de igual manera, los autores responsables encabezan cada capítulo, seguidos de los coautores del mismo, y se consignan también los nombres de los revisores externos. Deseamos expresar nuestro especial agradecimiento a todas las instituciones a las que pertenecen los participantes y que están mencionadas en las listas de autores y de revisores de cada volumen.

El trabajo de coordinación de toda la obra fue llevado a cabo por un pequeño secretariado en la CONABIO, apoyado en un grupo de colaboradores contratados para esta tarea. Debo reconocer aquí la enorme contribución, durante todo el proceso de producción de la obra, de Patricia Koleff, Georgina García Méndez, Marcia Tambutti, Andrés Lira Noriega, Tania Urquiza Haas, Nubia Morales, Romeo López Camacho y Magali Santillán, quienes desempeñaron esta tarea sin descanso.

Los compiladores de los volúmenes de que consta la obra recibieron el apoyo y la asistencia directa de las siguientes personas: Olivia Yáñez en el volumen I, Juan Carlos López Acosta en el volumen II y Paula Meli en el volumen III. A todos ellos nuestro agradecimiento acorde con su participación y ayuda.

Es de elemental justicia reconocer aquí también el profesional trabajo de producción y cuidado editorial del grupo que encabeza Antonio Bolívar, quien desde el inicio de la redacción de los capítulos participó en la concepción editorial y en el establecimiento de las normas para los autores.

JOSÉ SARUKHÁN  
Coordinador general



# Guía de lectura

---

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las ciencias de la biodiversidad tuvo un parteaguas notable con la publicación del primer compendio sobre el tema (*Biodiversity*), editado por Wilson (1988), que atrajo la atención mundial sobre el mismo e incorporó el término en el lenguaje cotidiano de amplios sectores de la sociedad. En 1992 se dio otro hito: la Cumbre Mundial de Río, donde mandatarios y funcionarios de muchos países se reunieron para discutir la situación ambiental mundial; ahí se establecieron varios compromisos y se definieron instrumentos para su atención y seguimiento. México ha estado presente en los compromisos internacionales de atención y seguimiento de la problemática ambiental global. Nuestro país participó activamente en la Cumbre de Río, que culminó con el Convenio sobre la Diversidad Biológica (véase Sarukhán y Dirzo 1992), y ha dado seguimiento a los acuerdos de ahí surgidos. Los problemas de la biodiversidad a escala global, recogidos en la obra pionera de Wilson, se reflejan vívidamente en México: una concentración de biodiversidad por encima de lo esperado para su extensión geográfica, aunada a serios problemas de deterioro de la misma y a una urgente necesidad de ampliar nuestro conocimiento en torno de esos problemas para entenderlos y resolverlos. Afortunadamente, la comunidad científica nacional e incluso el gobierno tuvieron sensibilidad para reaccionar a esa situación de urgencia ambiental con una perspectiva nacional, con la creación, por ejemplo, de la primera secretaría de Estado dedicada directa y plenamente a los asuntos ambientales en 1994: la Semarnap. El hecho más destacable relacionado con ambos parteaguas es la creación de la CONABIO en 1992, institución que ha marcado una gran diferencia en cuanto a la organización y fomento del conocimiento y uso de la biodiversidad nacional. También se creó el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, que como institución de intermediación es el mayor fondo ambiental nacional de Latinoamérica y el Caribe. Junto con estas instituciones, el país ha visto surgir 360 organizaciones civiles y académicas dedicadas a la conservación de la biodiversidad (según el Directorio Mexicano de la Conservación 2008).

Además, diversas instituciones académicas e individuos se movilaron incorporando estudios relacionados con la biología de la conservación en México en sus agendas de trabajo. Si bien falta mucho por hacer, contamos hoy con un contingente destacado de investigadores de reconocimiento internacional, con grupos activos y productivos en la generación de conocimiento sobre diversos aspectos de la biología de la conservación en el país, lo cual ha atraído el interés de nuevas generaciones de estudiantes y sensibilizado al público general.

Quince años atrás se publicó el primer análisis que intenta dar cuenta de la enorme biodiversidad de México, sus causas probables y sus patrones de distribución (Ramamoorthy *et al.* 1993), y hace 10 años la CONABIO (1998) organizó y publicó un estudio titulado *La diversidad biológica de México: Estudio de país*, el primer compendio que resumía la magnitud de la biodiversidad y analizaba el estado de su conservación. La presente obra constituye el segundo estudio de ese tipo, pero se puede apreciar desde el título de la misma, *Capital natural de México*, un avance conceptual y un apreciable progreso en el uso de nueva y relevante información, buena parte de ella derivada de nuevas tecnologías (analíticas, satelitales, moleculares) y del desarrollo de la informática como herramienta de apoyo. Ello nos ha permitido realizar una obra de síntesis, producto de la participación de centenares de expertos (227 en este volumen), que evalúa nuestro conocimiento actual de la biodiversidad y los ecosistemas del país (véase el volumen I), y los retos relacionados con el uso sustentable del capital natural que nuestros ecosistemas representan (véase el volumen III). Este volumen II es un puente que enlaza los otros dos, por medio del análisis y la síntesis de nuestro conocimiento sobre las tendencias de cambio y el estado de conservación de nuestro capital natural, las principales causas que lo transforman, así como una evaluación de las acciones de conservación y los retos que en la materia enfrentamos.

Este volumen tiene tres secciones que dan un marco de referencia organizativo: la primera analiza las tendencias de cambio y el estado de la biodiversidad, los ecosistemas y los servicios ecosistémicos; la segunda versa sobre el análisis de las acciones de conservación de la biodiversi-

dad, y la tercera presenta los retos y perspectivas de conservación y manejo sustentable de los recursos biológicos del país.

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

El capítulo 1 describe los factores sociales, económicos y políticos (los llamados factores indirectos) que conducen a los factores de impacto directo sobre los ecosistemas, incluyendo cambios en la cobertura y uso del suelo, sobreexplotación de organismos, introducción de especies exóticas invasoras, cambio climático y adición de contaminantes en el ambiente. Este capítulo se complementa con el siguiente, que analiza el estado de los ecosistemas terrestres. Resulta claro, de ambos capítulos, que el factor de mayor deterioro sobre los ecosistemas es el cambio de uso de la tierra: hacia 1993 la cobertura original arbórea y arbustiva del país se redujo a 54%, llegando en 2002 a solo 38%; la vegetación de selvas húmedas y secas es la que resintió el mayor impacto y gran parte de la vegetación remanente del país está fragmentada; es inescapable concluir que México es, en gran medida, un país de vegetación secundaria, con remanentes menores de vegetación primaria. Si bien la información sobre los ecosistemas acuáticos es aún muy limitada, los estudios de caso que se presentan permiten concluir que la situación de esos ecosistemas es también alarmante. Por ejemplo, en la región norcentral de México, al menos 92 manantiales y 2 500 km de ríos se han secado, por lo que 120 de las aproximadamente 200 especies de peces de agua dulce están consideradas como amenazadas de extinción y 15 ya están extintas. Estos dos capítulos abren paso al capítulo 3, que analiza las perturbaciones naturales que han formado parte integral de la dinámica de los ecosistemas y describe cómo los cambios de uso de suelo y el cambio climático están modificando los regímenes naturales de perturbación en México, convirtiéndolos en desastres. Como complemento a estos análisis del impacto antropogénico sobre los ecosistemas, el capítulo 4 ilustra la gama de servicios ambientales que los ecosistemas aportan a la sociedad, así como la pérdida de los mismos por la modificación de los ecosistemas para la producción agropecuaria, industrial o con fines de urbanización. Las relaciones entre la sociedad rural y su capital natural han acumulado una enorme riqueza cultural en torno al uso de la biodiversidad, a pesar de lo cual no se reconoce la

importancia de este gran patrimonio, ni se asegura su mantenimiento en el largo plazo para beneficio de los campesinos (y dueños en primer lugar) y de toda la población actual y futura del país. En relación con el tema, el capítulo 5 analiza las amenazas directas a las poblaciones de flora y fauna silvestres por la extracción de plantas y animales para consumo humano y comercialización, y muestra que la sobreexplotación representa, después de la destrucción del hábitat, el factor de mayor impacto negativo sobre la biodiversidad silvestre y, en el caso de algunos grupos de plantas y animales (p. ej. cactáceas o pericos), por encima de aquél. En complemento, el capítulo 6 examina la afectación a la flora y fauna nativas por especies invasoras. Muchas actividades humanas han causado o facilitado la introducción y dispersión de especies exóticas invasoras cuyos efectos son especialmente severos en los ecosistemas insulares y de lagunas continentales. Los listados de plantas exóticas invasoras superan las 600 especies y se han registrado más de 50 especies invasoras de vertebrados: 46 de las 100 especies calificadas como más dañinas en el mundo se encuentran en México. Por otra parte, el capítulo 7 revisa el tema de la bioseguridad y los organismos genéticamente modificados como posible factor de impacto sobre la biodiversidad. México es centro de origen, domesticación y diversidad genética de más de 130 especies de plantas, 25 de las cuales son de gran importancia para la alimentación en numerosos países. Mantener esta diversidad depende de conservar las variedades cultivadas y sus parientes silvestres. El caso del maíz genéticamente modificado es de especial interés en este contexto. El tema de la bioseguridad debe abordarse con un compromiso que conlleve inversión tangible y una visión de largo plazo —basados en la premisa de que ese capital genético es un patrimonio invaluable para la nación y para el mundo—, y emprendiendo acciones acordes con dicha premisa. Directamente relacionado con esta conclusión, el capítulo 8 se dedica a la diversidad y conservación de los recursos biológicos para la alimentación y la agricultura, y centra el análisis en cinco grupos de plantas cruciales en México: maíz, frijol, aguacate, nopales y agaves. El proceso de generación de la variación genética bajo domesticación, basado en la intervención y el conocimiento humanos, es tan importante como los productos a los que da lugar y, junto con los parientes silvestres, constituye un fundamental acervo genético-cultural por conservar. La conservación de la agrobiodiversidad de México está estrechamente vinculada al futuro de la población rural y las tradiciones culturales, así como al bienestar de las cre-

cientes poblaciones urbanas, y debe considerar los sistemas agrícolas que la han constituido y a las personas que los practican.

### ANÁLISIS DE LAS ACCIONES DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Ante los retos que plantean las actividades humanas, las áreas protegidas (AP) son el instrumento más consolidado del país para la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales, como se reseña en el capítulo 9. Las AP terrestres representan actualmente 9.85% de la superficie, proporción que está por debajo del promedio mundial (11.5%), pero la cobertura de la superficie marina en AP es mucho mayor que la cobertura global de 0.5% en los mares. El apoyo a las AP debe continuar y crecer para abarcar la conservación de su entorno no protegido, que alberga la mayor parte de la biodiversidad de México. Una extensión lógica del análisis de AP es definir las regiones prioritarias por atender y hacer la planeación necesaria para la conservación a largo plazo. Esta tarea se ha iniciado y coordinado por la CONABIO (capítulo 10), en colaboración con otras dependencias gubernamentales, el sector académico y organizaciones civiles; los productos de este trabajo se han convertido en un instrumento para orientar y optimizar los esfuerzos de estudio, recolecta e investigación, haciendo más eficiente la canalización de recursos económicos públicos y privados, y representa una base importante para la coordinación de esfuerzos de conservación en el país. Un desafío de conservación que implica coordinación en varios niveles de escala espacial se hace también evidente en el caso de las especies migratorias y transfronterizas (analizado en el capítulo 11), debido a que requiere esfuerzos coordinados entre estados y con otros países para protegerlas, así como a los hábitats y corredores que utilizan en sus rutas migratorias. A escala nacional, la conservación de estas especies depende de una estrecha coordinación intersectorial y de la participación de pobladores locales. Un enfoque contrastante con los anteriores es el de la conservación de especies en peligro de extinción, su estudio y reproducción *ex situ* y, finalmente, su reintroducción en los ambientes originales (capítulo 12). En varios casos la conservación *ex situ* ha sido la única manera de conservar especies de plantas y animales que se han extinguido en sus ambientes silvestres. Es evidente que, si bien el esfuerzo de conservación *ex situ* es hasta ahora modesto, su potencial de conservación y educativo es considera-

ble. El tema de la conservación fuera de las áreas protegidas es recurrente y en México empieza a desarrollarse o por lo menos a evaluarse más sistemáticamente. Por ejemplo, el capítulo 13 describe la amplia gama de estrategias de conservación que se han considerado, fuera del entorno de las AP, así como los motivos subyacentes que pueden incentivarlas. Se hace hincapié en que la conservación fuera de las AP puede disminuir la presión sobre ellas, promover la conectividad y mitigar los efectos adversos del cambio climático. Complementario a este, el capítulo 14 desarrolla un ejercicio nuevo para definir las zonas críticas y de alto riesgo para la biodiversidad de México, analizando la diversidad biológica, la unicidad y el grado de amenaza local a las especies de diferentes grupos de animales. En general, estos y otros capítulos del volumen hacen patente un tema recurrente en el análisis de la conservación del capital natural de México: la importancia de la conservación fuera de las AP, promoviendo y asegurando que los pobladores locales —los dueños de los ecosistemas— obtengan ingresos económicos derivados del uso sustentable de sus recursos, haciendo compatible la protección al capital natural y la atención a la marginación socioeconómica de esas comunidades (véase Bray *et al.* 2005 para ejemplos exitosos de aprovechamiento forestal comunitario).

### RETOS Y PERSPECTIVAS DE LA CONSERVACIÓN EN MÉXICO

El capítulo 15 examina la conservación de la biodiversidad en los territorios de los pueblos indígenas (TI). Se destaca la riqueza en servicios ambientales y en biodiversidad que albergan los TI, así como las prácticas que esos pueblos han desarrollado para conservarla, y los servicios ecológicos que incluyen, especialmente la captura de agua de lluvia. Estos territorios albergan una gran parte de los ecosistemas de México, así como de los recursos fitogenéticos del país, por lo que el reconocimiento y valoración de ello es esencial para conservar el capital natural. El análisis de la biodiversidad y los servicios ambientales en terrenos no protegidos tiene relación con el análisis de los vacíos de conservación en México (capítulo 16). Este análisis, sin precedente, detecta nuestras omisiones más importantes de conservación; por ejemplo: 11 de las 96 ecorregiones terrestres no están representadas en ninguna AP y 50 de ellas tienen 10% o menos de superficie protegida; las zonas ubicadas entre los 400 y 600 m y los 1 000 a 2 600 m están subrepresentadas en las

AP; los tipos de vegetación con menor protección son las selvas secas, el matorral espinoso y los bosques de pino-encino; los sitios terrestres identificados como irremplazables abarcan cerca de 16% del territorio continental y tan solo 15% de esta superficie se encuentra dentro de AP. El análisis determinó 105 áreas prioritarias marinas, quedando menos de 20% de esta superficie incluida dentro de AP, y la representatividad de la biodiversidad de mares profundos es prácticamente nula.

Finalmente, el capítulo 17 aborda el reto de la conservación de la biodiversidad en zonas urbanas y periurbanas, ya que en el año 2030 cerca de 71% de la población mexicana habitará en alguna ciudad. A pesar de su pequeña extensión territorial, las ciudades gravan el ambiente a escala local y regional, afectando tanto la biodiversidad como los servicios ambientales, ya que requieren fuentes externas de energía, agua y materiales, y los costos ambientales son absorbidos y pagados por otras regiones, productoras de insumos para las ciudades y receptoras de los desechos urbanos.

Como trasfondo a los capítulos de esta tercera parte, el capítulo 18 revisa cómo la sociedad mexicana entiende su relación con los sistemas naturales y los problemas relacionados con la conservación de la biodiversidad, así como los esfuerzos educativos realizados para promover la toma de conciencia en torno a los problemas ambientales, así como los resultados obtenidos de la participación de la sociedad en la transformación de las relaciones sociedad-naturaleza para lograr la construcción de sociedades sustentables.

El avance logrado en México en una década es notable,

pero relativo. La magnitud del impacto antropogénico, de larga data, pero con tasa explosiva en los dos últimos siglos, y en particular en las últimas décadas, demanda un grado de avance aún no logrado. No obstante, los avances reportados en este volumen nos dan una idea de las trayectorias de cambio y del estado de nuestro capital natural, de las principales acciones de conservación emprendidas y de las lagunas de conocimiento y de gestión. En el capítulo 19 se sintetizan los hallazgos más destacados, que representan los puntos salientes de nuestra evaluación y aquellos en que debemos poner atención especial en el futuro.

---

## REFERENCIAS

- Bray, D.B., L. Merino-Pérez y D. Barry (eds.). 2005. *The community forests of Mexico: Managing for sustainable landscapes*. University of Texas Press, Austin.
- CONABIO. 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de país, 1998*. CONABIO, México.
- Directorio Mexicano de la Conservación. 2008. Disponible en <[www.eambiental.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=28&Itemid=192](http://www.eambiental.org/index.php?option=com_content&task=view&id=28&Itemid=192)>.
- Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). 1993. *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press, Nueva York.
- Sarukhán, J., y R. Dirzo (comps.). 1992. *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO, México.
- Wilson, E.O. 1988. *Biodiversity*. National Academy of Sciences-Smithsonian Institution, Washington, D.C.

# 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

*Recuadro 4.2* 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

*Recuadro 4.3* 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

*Recuadro 4.4* La regulación biológica de plagas: el caso de la mosca de la fruta 215

*Recuadro 4.5* 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

*Recuadro 4.6* 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

*Recuadro 4.7* 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

*Recuadro 5.1* Extracción de madera en la zona maya de Quintana Roo: un análisis de tres ejidos sugiere un manejo forestal sustentable 252

*Recuadro 5.2* 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</i> 6.3 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	<i>La bioseguridad en México y los organismos genéticamente modificados: cómo enfrentar un nuevo desafío</i>	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</i> 7.1	Potencial y riesgo de los cultivos genéticamente modificados	328
<i>Recuadro</i> 7.2	¿Pueden las pequeñas comunidades rurales beneficiarse de la biotecnología?	330
<i>Recuadro</i> 7.3	Cultivos biofarmacéuticos y su posible riesgo	331
<i>Recuadro</i> 7.4	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</i> 7.5	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	<i>Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas</i>	355
8.1	Introducción	356
8.2	Maíz	357
8.3	Frijol	359
<i>Recuadro</i> 8.1	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	<i>Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México</i>	385
9.1	La función social de las áreas naturales protegidas	387
9.1.1	Población en las áreas naturales protegidas	387
	<i>Recuadro 9.1</i> 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
	<i>Recuadro 9.2</i> Atención a grupos irregulares en la Selva Lacandona	392
	<i>Recuadro 9.3</i> 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	
	<i>Recuadro 9.4</i> Conservación de pastizales en el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Coahuila	408
	Recursos financieros, 409	
	<i>Recuadro 9.5</i> ¿Funcionan las reservas de la biosfera? La experiencia del Fondo para Áreas Naturales Protegidas	411
	<i>Recuadro 9.6</i> 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	
	<i>Recuadro 9.7</i> Conservación privada y comunitaria de la naturaleza en México: antecedentes históricos	422
	Instrumentos de planeación, 423	
	<i>Recuadro 9.8</i> 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	<i>Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad</i>	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 golfina, 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
	<i>Recuadro 11.1</i> Iniciativa Trinacional Guacamayas Sin Fronteras: estrategia regional y plan de acción 2001-2005 para la conservación de la guacamaya roja ( <i>Ara macao cyanoptera</i> ) 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
	<i>Apéndice 11.1</i> Lista de las especies consideradas migratorias por la Neotropical Migratory Bird Conservation Act	( <sup>CD</sup> <sub>3</sub> )

CAPÍTULO 12 *Conservación de especies ex situ*

517

12.1	Introducción	519
	<i>Recuadro 12.1</i> Métodos <i>ex situ</i> de conservación de plantas	520
	<i>Recuadro 12.2</i> Recomendaciones generales para el desarrollo del proceso <i>ex situ</i> de plantas	522
12.2	Conservación <i>ex situ</i> 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 <sup>CD</sup><sub>3</sub>
- Referencias 711
- Apéndice 16.1* Participantes en los análisis de omisiones de áreas importantes para la conservación de la biodiversidad <sup>CD</sup><sub>3</sub>
- Apéndice 16.2* Bases de datos geográficas y de biodiversidad consultadas <sup>CD</sup><sub>3</sub>

- Apéndice 16.3* Variables usadas para la elaboración de los índices de importancia biológica (IIB), de riesgo (IRI) y de respuesta (IRE) <sup>CD</sup><sub>3</sub>
- 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 <sup>CD</sup><sub>3</sub>
- 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 <sup>CD</sup><sub>3</sub>

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

<i>Recuadro 18.7</i>	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
<i>Recuadro 18.8</i>	Programas sobre medio ambiente en el Canal 11 de TV	782
<i>Recuadro 18.9</i>	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
<i>Recuadro 18.10</i>	Educación ambiental en el Consejo Nacional de Fomento Educativo	786
<i>Recuadro 18.11</i>	Manejar el agua no significa controlarla: mujeres y agua en comunidades indígenas de Chiapas	787
<i>Recuadro 18.12</i>	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
<i>Recuadro 18.13</i>	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
<i>Recuadro 18.14</i>	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	<i>Estado de conservación del capital natural de México: retos y perspectivas</i>	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



## Siglas y acrónimos

ACE	Alianza Cero Extinciones	Conafor	Comisión Nacional Forestal
ADV C	Áreas destinadas voluntariamente a la conservación	Conanp	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
AICA	Área de importancia para la conservación de las aves	Conapesca	Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca
ANP	Áreas naturales protegidas	Conapo	Consejo Nacional de Población
APC	Áreas prioritarias de conservación	Cop 7	Séptima Conferencia de las Partes, CDB
APFF	Área de protección de flora y fauna	Coplades	Comités para la Planeación del Desarrollo
APRN	Área de protección de recursos naturales	DGAERN	Dirección General de Aprovechamiento Ecológico de los Recursos Naturales
AZCARM	Asociación de Zoológicos, Criaderos y Acuarios de la República Mexicana	(o DGRN)	Dirección General de Inspección de Vida Silvestre
CBMM	Corredor Biológico Mesoamericano, componente México	DGIVS	Dirección General de Vida Silvestre
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte	DGV S	Ducks Unlimited de México, A.C.
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica	DUMAC	Endemic Bird Areas
Cecadesu	Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable	EBA	Fondo para Áreas Naturales Protegidas
Cenapred	Centro Nacional de Prevención de Desastres	FANP	Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C.
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe	FMCN	Fondo Nacional de Fomento al Turismo
CI	Conservation International	Fonatur	Forest Stewardship Council
Cibiogem	Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados	FSC	Grupo de Estudios Ambientales
CICY	Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C	GEA	Global Environmental Facility
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo	GEF	Instituto Nacional de Ecología, Semarnat
Cinvestav	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN	INE	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
Cipamex	Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves	INEGI	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Cites	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres	INIFAP	Instituto Nacional de Pesca
CNA	Comisión Nacional del Agua, Semarnat	INP	Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
Cobi	Comunidad y Biodiversidad, S.C.	IPCC	Instituto Politécnico Nacional
Coinbio	Conservación de la Biodiversidad por Comunidades Indígenas	IPN	Ley de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados
		LBOGM	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
		LGEEPA	Millennium Ecosystem Assessment
		MA	Programa del Hombre y la Biosfera, ONU
		MAB	Marine Stewardship Council
		MSC	National Oceanic and Atmospheric Administration
		NOAA	Ordenamientos comunitarios del territorio
		OCT	Ordenamiento ecológico marino
		OEM	Ordenamiento ecológico del territorio
		OET	

OMS	Organización Mundial de la Salud	Sectur	Secretaría de Turismo
OTC	Ordenamientos territoriales comunitarios	Sedesol	Secretaría de Desarrollo Social
OVM	Organismos vivos modificados	Sedue	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología
PACE	Programas de Acción para la Conservación de Especies	Seduvi	Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Distrito Federal
PMF	Programas de manejo forestal	Semarnap	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1994-2000)
PN	Parque nacional	Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2000-)
PREP	Proyectos de Recuperación y Conservación de Especies Prioritarias	Senasica	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
Procer	Programa de Conservación de Especies en Riesgo	SEP	Secretaría de Educación Pública
Procodes	Programa de Conservación y Desarrollo Sustentable	Sepeca	Secretaría de Pesca
Procymaf	Proyecto para la Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales	SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
Prodefor	Programa de Desarrollo Forestal	Sinap	Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Proders	Programa de Desarrollo Regional Sustentable, Conanp	SNIB	Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad
Profepa	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente	SUMA	Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre
Pronafor	Programa Nacional Forestal	TLC	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
Pronare	Programa Nacional de Reforestación	TNC	The Nature Conservancy
PSA	Programas de Pagos por Servicios Ambientales	UACH	Universidad Autónoma Chapingo
PSAH	Programas de Pagos de Servicios Ambientales Hidrológicos	UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
Ramsar	Convención de Ramsar sobre los Humedales	UASLP	Universidad Autónoma de San Luis Potosí
RB	Reserva de la biosfera	UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (también Unión Mundial para la Naturaleza)
RBP	Región biocultural prioritaria	UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
Remib	Red Mundial de Información sobre Biodiversidad	UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
Remus	Red de Monitoreo del Uso de Animales Silvestres Vivos en Latinoamérica	USAID	Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
RHP	Regiones hidrológicas prioritarias	WWF	World Wildlife Fund
RMP	Regiones marinas prioritarias	ZEE	Zona económica exclusiva
RTP	Regiones terrestres prioritarias		
SARH	Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos		