

LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO

EDITORES:

ALFREDO ORTEGA-RUBIO

MANUEL JESÚS PINKUS-RENDÓN

IRMA CRISTINA ESPITIA-MORENO



LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO

EDITORES

ALFREDO ORTEGA—RUBIO, MANUEL JESÚS PINKUS-RENDÓN E
IRMA CRISTINA ESPITIA-MORENO

Co-EDICIÓN:

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE S. C.
LA PAZ, B. C. S.
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN,
MÉRIDA, YUCATÁN
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO,
MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO

Esta obra contó con comité editorial y cada capítulo fue estrictamente dictaminado y arbitrado por pares académicos

Derechos reservados©

Red Áreas Naturales Protegidas
Red Temática CONACYT

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Avenida Instituto Politécnico Nacional # 195 C.P. 23096
Col. Playa Palo de Santa Rita Sur
La Paz, Baja California Sur, México

Universidad Autónoma de Yucatán
Centro de Investigaciones Regionales
Unidad de Ciencias Sociales
Calle 61, No. 525 por 66 y 68
Col Centro. C.P. 97000
Mérida, Yucatán, México

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Avenida Francisco J. Múgica S/N
Ciudad Universitaria, C.P. 58030
Morelia, Michoacán, México.

Todos los derechos reservados. El contenido de esta publicación se puede reproducir únicamente con autorización previa por escrito de los autores de cada capítulo y siempre cuando se den los créditos correspondientes a los mismos: al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., a la Universidad Autónoma de Yucatán y a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Las opiniones expresadas por los autores (textos, figuras y fotos) no necesariamente reflejan la postura de las instituciones editoras de la publicación.

Diseño gráfico editorial y portada: DG. Gerardo Hernández García
Fotografías de portada y contraportada: Daniel Torres-Orozco Jiménez

Primera Edición: Diciembre, 2015

ISBN: 978-607-424-558-5

Preparación de este documento

La edición del libro “*Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*” estuvo a cargo del Dr. Alfredo Ortega-Rubio, el Dr. Manuel Jesús Pinkus-Rendón y la Dra. Irma Cristina Espitia-Moreno. En este libro se integra la visión y conocimiento de especialistas de diversas disciplinas e instituciones, así como resultados de sus proyectos de investigación. Este libro nace como resultado de la iniciativa de **Red Áreas Naturales Protegidas**, Red Temática CONACYT bajo la coordinación del Dr. Alfredo Ortega Rubio y apoyada por la Dirección de Redes Temáticas de CONACYT.

Cita de este documento:

Para citar el libro:

Ortega-Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). 2015. *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Agradecimientos

Con deferente gratitud ofrecemos ampliamente un profundo reconocimiento a todas las personas que colaboraron en la realización de la presente obra. Con mayor respeto a todos los autores y co-autores de cada capítulo. A todo el personal de la Dirección de REDES Temáticas de CONACYT, especialmente al Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval, quien fue su Director durante el desarrollo de esta obra, y a la Dra. Véronica Bunge Vivier, actual Directora. Al personal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), especialmente al M. en C. Luis Fueyo Mac Donald, quien fue Comisionado Nacional durante el desarrollo de este Libro, y al Licenciado Alejandro del Mazo Maza, actual Comisionado Nacional. A la Red Áreas Naturales Protegidas RENANP, de la cual la presente obra es fruto directo. Al D.G. Gerardo Hernández García por el diseño editorial de todo este documento y su salida digital para impresión.

ÍNDICE

PRÓLOGO	XXII
Exequiel Ezcurra	

SECCIÓN 1

ASPECTOS CONCEPTUALES

CAPÍTULO I

La investigación científica y las Áreas naturales Protegidas en México: una relación exitosa

Gonzalo Halffter, Clara Tinoco-Ojanguren, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio.....3

CAPÍTULO II

Una revisión panorámica de las Áreas Naturales Protegidas de México

Héctor Abelardo González-Ocampo, Gerardo Rodríguez-Quiroz y Alfredo Ortega-Rubio.....19

CAPÍTULO III

La importancia de las Áreas Naturales Protegidas en nuestro país

Daniel Torres-Orozco Jiménez, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Joaquín Sosa-Ramírez, Patricia Cortés-Calva, Aurora Breceda Solís-Cámara, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio.....41

SECCIÓN 2

ASPECTOS METODOLÓGICOS

CAPÍTULO IV

Valoración de las diferentes categorías de las Áreas Naturales Protegidas en México

Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Joaquín Sosa-Ramírez y Alfredo Ortega-Rubio.....67

CAPÍTULO V

Caracterización, diagnóstico y manejo de las Áreas Marinas Protegidas de México: propuesta metodológica

Silvia Margarita Ortiz-Gallarza, Francisco Uribe-Osorio y Alfredo Ortega-Rubio..... 85

CAPÍTULO VI

Uso de la Geomática para el análisis espacio-temporal de las Áreas Naturales Protegidas

Ernesto Soto-Galera y Myriam Adela Amezcua-Allieri..... 129

CAPÍTULO VII

Índice para la toma de decisiones sobre recursos bióticos en Áreas Naturales Protegidas

Silvia Margarita Ortiz-Gallarza y Alfredo Ortega-Rubio..... 147

SECCIÓN 3

ASPECTOS SOCIALES

CAPÍTULO VIII

Informes de Responsabilidad Social en las Áreas Naturales Protegidas de México

Irma Cristina Espitia-Moreno, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio..... 179

CAPÍTULO IX

Aspectos socioeconómicos de la pesca artesanal en las Áreas Naturales Protegidas

Gerardo Rodríguez Quiroz, Héctor Abelardo González-Ocampo, Everardo Barba-Macías, Lourdes Jiménez-Badillo, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Miguel Angel Pinkus-Rendón y Alfredo Ortega-Rubio. 195

CAPÍTULO X

La perspectiva de género en los estudios sociales en las ANPs de nuestro país: una propuesta conceptual y metodológica

Magdalena Lagunas-Vázquez, Adán Gerardo Sosa y Silva, Luis Felipe Beltrán-Morales y Alfredo Ortega-Rubio..... 211

CAPÍTULO XI

Efecto de la implementación de una Área Protegida sobre el bienestar de comunidades rurales de Baja California Sur

Elizabeth Olmos-Martínez, Gonzalo Rodríguez Rodríguez, Silvia Salas y Alfredo Ortega-Rubio. 249

SECCIÓN 4

ASPECTOS AMBIENTALES

CAPÍTULO XII

Potenciales Bioindicadores del Elenco Ficológico de la Reserva De La Biosfera Sian Ka'an

Francisco Valadez-Cruz, Gabriela Rosiles-González y Alfredo Ortega-Rubio. 285

CAPÍTULO XIII

Los estudios sobre vertebrados y su aplicación en recomendaciones de manejo

Sonia Gallina y Alberto González-Romero. 315

CAPÍTULO XIV

Áreas Naturales Protegidas del Centro de México: degradación y recomendaciones

Víctor Javier Arriola-Padilla, Emma Estrada-Martínez, Rocío Medellín-Jiménez, Adriana Rosalía Gijón-Hernández, Luis Alberto Pichardo-Segura, Ramiro Pérez-Miranda y Alfredo Ortega-Rubio. 337

CAPÍTULO XV

Reserva de la Biosfera el Vizcaíno: 25 años de manejo y conservación

Patricia Cortés-Calva, Irma González López, Benito Bermúdez-Almada, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio. 375

SECCIÓN 5

ASPECTOS SOCIO-AMBIENTALES

CAPÍTULO XVI

Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla: aspectos socio-ambientales prioritarios

Everardo Barba-Macías, Francisco Valadez-Cruz, Miguel Angel Pinkus-Rendón, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, y Juan Juárez Flores..... 395

CAPÍTULO XVII

Vulnerabilidad ecológica, económica y social del sitio RAMSAR Bahía Magdalena, ante el cambio climático: una aproximación espacial

Alfredo Ortega-Rubio, Fausto Santiago-León, Magdalena Lagunas-Vázquez, Elizabeth Olmos-Martínez, Erick Rubio Fierro-Bandala y Luis Felipe Beltrán-Morales..... 411

SECCIÓN 6

CASOS DE ESTUDIO ESPECÍFICOS

CAPÍTULO XVIII

Desarrollo y conservación de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún: ¿el ecoturismo es la respuesta?

Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Miguel Angel Pinkus-Rendón y Everardo Barba-Macías..... 431

CAPÍTULO XIX

Los ecosistemas de la Sierra Fría en Aguascalientes y su conservación

Joaquín Sosa-Ramírez, Aurora Breceda Solís-Cámara, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio..... 447

CAPÍTULO XX

La Sierra La Laguna en Baja California Sur: importancia de su conservación

Aurora Breceda Solís-Cámara, Joaquín Sosa Ramírez, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio..... 473

SECCIÓN 7

CONCLUSIONES

CAPÍTULO XXI

Prioridades de investigación para las Áreas Naturales Protegidas de México

Alfredo Ortega-Rubio, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Lourdes Jiménez-Badillo, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Víctor Javier Arriola-Padilla, Joaquín Sosa-Ramírez, Francisco Valadez-Cruz, Gerardo Rodríguez-Quiroz, Everardo Barba-Macías, Irma Cristina Espitia-Moreno, Patricia Cortés-Calva, Aurora Breceda Solís-Cámara, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos, Héctor Abelardo González-Ocampo y Miguel Ángel Pinkus-Rendón..... 493

CAPÍTULO XXII

La sustentabilidad y las Áreas Naturales Protegidas de México: perspectivas de país

Miguel Ángel Pinkus-Rendón, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Gerardo Rodríguez Quiroz y Alfredo Ortega-Rubio..... 513

CAPÍTULO XXIII

Requerimientos de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas a los investigadores de México para el adecuado manejo de las Áreas Naturales Protegidas

Luis Fueyo Mac Donald y Vladimir Pliego Moreno..... 537

CAPÍTULO XIV

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL CENTRO DE MÉXICO: DEGRADACIÓN Y RECOMENDACIONES

Victor Javier Arriola-Padilla*, Emma Estrada-Martínez,
Rocío Medellín-Jiménez, Adriana Rosalía Gijón Hernández,
Luis Alberto Pichardo-Segura,
Ramiro Pérez-Miranda y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

Las áreas naturales protegidas resguardan gran biodiversidad: sin embargo, están sujetas a factores bióticos y abióticos que causan su pérdida y deterioro. Las Reservas de la Biósfera, los Parques Nacionales, las Áreas de Protección de Flora y Fauna, y el Área de Protección de Recursos Naturales ubicadas en la región Centro y Eje Neovolcánico Transversal de México; merecen especial atención ya que esta se concentra la mayor población del país y; por lo que la presión social que se ejerce en el uso y aprovechamiento de los recursos es elevada. Con la finalidad de tener un panorama general de la problemática existente y de sugerir algunas recomendaciones al respecto, en el presente capítulo se exhibe información de las áreas naturales de esta zona y, de los factores que contribuyen a su degradación. La contaminación del suelo y agua, y el cambio de uso de suelo son con mayor frecuencia, los principales componentes que alteran el equilibrio ecológico. La magnitud del impacto ambiental que estos factores pueden ocasionar se desconoce, por lo que se requieren impulsar diferentes programas de investigación, política gubernamental y social para la recategorización, administración y manejo de los ecosistemas.

Palabras clave: Cambio de uso de suelo, contaminación, extracción de especies, incendios forestales.

Abstract

Protected natural areas safeguard high biodiversity. However, they are subject to biotic and abiotic factors causing loss and decline. The Biosphere Reserves, National Parks Protection Areas Wildlife and Protected Area Natural Resources located in the center and Neovolcánico Transverse of Mexico area, deserve special attention because in them the population is concentrated in the country, so the social pressure exerted on the use and exploitation of resources is high. In order to have an overview of the existing problems and suggest some recommendations in this chapter details the natural areas of this zone is displayed as well as the factors that contribute to its degradation. Contamination of soil and water, and land use change are more often, some of the components that alter the ecological balance. The magnitude of the environmental impact of these factors can cause is unknown, so that different research programs, government and social policy for the reclassification, management and ecosystem management are required.

Key words: Changing land use, pollution, species removal, wildfire.

Antecedentes

La exuberante diversidad biológica de México se define por las intrincadas características fisiográficas, geológicas y climáticas del país. Éstas se mezclan unas con otras creando una gama de condiciones ambientales y microambientales que permiten la presencia de prácticamente todos los ecosistemas terrestres del mundo y de un mosaico biótico complejo (Flores-Villela y Gerez, 1994; Morrone, 2005; Sarukhán *et al.*, 2009).

Lo anterior se debe a que existen dos grandes regiones biogeográficas que concurren principalmente en el territorio mexicano: la Holártica de afinidad septentrional que contribuye con una gran representación de especies de las zonas templadas norteadas del mundo y la Neotropical de afinidad meridional que aporta muchos componentes de la zona tropical, provenientes de la cuenca amazónica.

La combinación de estos elementos caracteriza en mayor o menor medida a todo el país, aunque es la zona central de México; donde la composición llega a tal complejidad; que no es posible asignarla a una de las dos regiones; dicha zona incluye básicamente; las áreas montañosas del centro del país, como el Eje Neovolcánico Transversal; y porciones importantes cercanas a éste, de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur, además de una parte de la Cuenca del Balsas (Morrone, 2005; Rzedowski, 2006; Sarukhán *et al.*, 2009).

Particularmente el Eje Neovolcánico Transversal, también llamado Faja Volcánica Transmexicana, consiste en un conjunto de cordilleras y volcanes de diferentes edades alineados sobre una franja que cruza la zona central del territorio mexicano, entre los paralelos 19° y 20° N, de oeste (Cabo Corrientes, Nayarit) a este (Sierra de Chinconquiaco, Veracruz) (Espinosa y Ocegueda, 2007; Romero y Velázquez, 1999). De acuerdo con Rzedowski (2006), es un sistema montañoso no totalmente continuo que marca el extremo sur de la Altiplanicie Mexicana separándola de la Depresión del Balsas. Incluye las mayores elevaciones del país representadas por los volcanes Pico de Orizaba, Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Nevado de Toluca, Malinche, Nevado de Colima, Tancítaro, Tláloc y Cofre de Perote, con altitudes que varían de 5,650 a 4,090 m. En el Eje se encuentran intercalados amplios valles con altitudes cercanas a 2,000 m.

Esta área incluye treinta subtipos climáticos, los cuales varían desde secos a húmedos y de cálidos a fríos, representados en siete grupos: A: climas cálidos húmedos y subhúmedos; (A)C: climas semicálidos húmedos y subhúmedos; B: climas secos; C: climas templados húmedos y subhúmedos; Cb[?]: climas semifríos húmedos y subhúmedos; E(I)H: climas fríos de altura y E(F)H: climas muy fríos de altura (Hernández y Carrasco, 2007).

El Eje Neovolcánico es uno de los principales centros de riqueza y endemismos de especies de algunos grupos de organismos (Tabla 1). En la zona están presentes casi todos los tipos de vegetación y sobresalen los bosques de *Pinus* y de *Quercus*, considerados los más diversos del planeta; además se concentra casi la cuarta parte de la herpetofauna de México, de la cual ochenta por ciento es exclusiva del país (Espinosa y Ocegueda, 2007; Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2007; Mittermeier y Goettsch, 1992; Romero y Velázquez, 1999; Rzedowski, 2006).

De acuerdo con Villaseñor (2004), el Eje Neovolcánico (Eje Volcánico Transversal) es la cuarta región florística con mayor riqueza genérica (1,348 géneros) de plantas vasculares; las de diecisiete regiones representadas en México.

Sin embargo, esta zona es una de las más afectadas por la población humana a pesar de su gran importancia biológica (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006; Rzedowski, 2006). En gran medida esto ha sido propiciado porque el clima, la fertilidad del suelo y el relieve, con sus cadenas montañosas locales en donde predominan los bosques de pino, los de encino y los fértiles valles, han sido muy favorables para el desarrollo de las actividades productivas y en consecuencia el área ha tenido que sufrir los efectos de una fuerte presión demográfica (Rzedowski, 2006).

Tabla 1. Biodiversidad del Eje Neovolcánico Transversal (ENT) (Número aproximado de especies).

Taxón	México	ENT	Nacional %
Anfibios	361	106	29.4
Reptiles	804	143	17.8
Aves	1 107	705	63.7
Mamíferos	530	152	28.7
Gimnospermas	138	35	43.8
Asteráceas	3 021	748	25.0
Encinos	161	36	22.4

Fuente: Espinosa y Ocegueda, 2007

Como respuesta al proceso de deterioro ambiental se han adoptado medidas internacionales de preservación entre las que destaca el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP). En México, éstas constituyen la herramienta con mayor sustento jurídico, institucional y financiero orientada hacia la conservación de la diversidad biológica y de los servicios ambientales que proporciona (Bezaury-Creel *et al.*, 2009; CONANP, 2013a; Durán-Medina *et al.*, 2007; Gómez-Pompa y Dirzo, 1995).

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) administra en la región del Centro y Eje Neovolcánico cinco Reservas de la Biósfera, veintiséis Parques Nacionales, tres áreas de Protección de Flora y Fauna, y un Área de Protección de Recursos Naturales (CONANP, 2012).

Materiales y métodos

En este trabajo se efectuó una revisión bibliográfica acerca de cuáles son las Áreas Naturales Protegidas de la región Centro y Eje Neovolcánico, así como de sus principales características bióticas (animales y plantas vasculares). Además se revisaron conceptualmente; cuáles son las causas principales de degradación en la región.

Mediante recorridos de campo y el análisis de la información obtenida, se determinaron para cada una de las Áreas Naturales Protegidas de esta Región, los principales agentes de degradación que de manera específica afecta a cada una de ellas.

Resultados

Áreas Naturales Protegidas del Centro y Eje Neovolcánico

Reserva de la Biósfera Barranca de Metztlán. Se ubica en los municipios de Acatlán, Atotonilco el grande, Eloxochitlán, Huasca de Ocampo, Metepec, Metztlán, San Agustín de Metzquititlán y Zacualtipán de Ángeles en el estado de Hidalgo. La vegetación representada en esta área es el bosque tropical caducifolio, matorral xerófilo (crasicaule y submontano), bosque de coníferas (*Juniperus* y *Pinus-Quercus*), bosque de encino, pastizal y vegetación de galería. Se han registrado siete cactáceas, una orquídea y una bromelia endémicas de la reserva y diez especies animales endémicas de México (CONANP, 2003).

Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla. Se localiza en el estado de Morelos en los municipios de Amacuzac, Puente de Ixtla, Jojutla, Tlaquiltenango y Tepalcingo. En esta reserva predomina el bosque tropical caducifolio y se encuentran zonas reducidas de selva mediana subcaducifolia y bosque de pino. La planta *Brongniartia vazquezii* (Fabaceae) es endémica del área, aunque su distribución tan restringida sugiere que se encuentra en riesgo de extinción. Se considera que existe un amplio potencial de nuevos registros biológicos en la región (CONANP, 2005a; SEMARNAP, 1999).

Reserva de la Biósfera Sierra Gorda. Está ubicada en los municipios de Arroyo Seco, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Penamiller y Pinal de Amoles en el estado de Querétaro. Los tipos de vegetación más representativos son el bosque tropical caducifolio, bosque de encino, matorral xerófilo (crasicaule, submontano, micrófilo, rosetófilo y de encino), bosque de coníferas (*Pinus*, *Juniperus*, *Cupressus* y *Abies*) y bosque mesófilo de montaña. También se encuentran áreas reducidas de bosque tropical subcaducifolio y vegetación de galería. Dentro de la reserva existe una gran diversidad biológica y se reconocen veinticinco especies florísticas, siete de anfibios, treinta y cuatro de reptiles, veintisiete de mamíferos y setenta y cuatro de aves con estatus de protección en la NOM-059-ECOL-1994, Norma Oficial Mexicana que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y establece especificaciones para su protección (CONANP, 1999; SEMARNAP, 1997).

Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Guanajuato. Esta área comprende los municipios de Atarjea, San Luis de la Paz, Santa Catarina, Victoria y Xichú en el estado de Guanajuato. Los tipos de vegetación que se encuentran en ella son bosque de coníferas, bosque de encino, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio, matorral xerófilo, así como vegetación acuática y subacuática.

Siete especies vegetales se distribuyen exclusivamente en la reserva, de las cuales tres se encuentran en categoría de amenazadas por la *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) y una por la NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (CONANP, 2014a; SEMARNAT, 2007).

Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán. Su extensión se distribuye en treinta y un municipios del estado de Oaxaca y en veinte del de Puebla. Se presentan en la zona el bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, bosque espinoso, pastizal, matorral xerófilo, bosque de encino, bosque de coníferas, bosque mesófilo de montaña, vegetación acuática y subacuática, bosque de galería y palmar.

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán es un escenario de alta diversidad biológica y de diversificación, su amplia riqueza y el endemismo que muestra en tan poca superficie no son igualados en ningún otro sitio de México, pues de aproximadamente 1,910 especies florísticas, 207 son endémicas (ochenta y dos por ciento de éstas se encuentran dentro de los límites de la ANP) y, aunque la fauna es menos conocida que su flora vascular, se reconocen treinta y seis especies endémicas del valle y de la reserva (CONANP, 2013b).

Parque Nacional El Histórico Coyoacán. Localizada dentro de los límites de la delegación Coyoacán, Distrito Federal, esta área está urbanizada casi en su totalidad y se protege solo el Vivero Coyoacán, donde se producen plántulas de más de veinte especies nativas arbóreas e introducidas como el eucalipto, el roble australiano y el sauce llorón, entre otros (SEMARNAT, 2014; Vargas, 1997).

Parque Nacional Cerro de la Estrella. Se encuentra en la delegación Iztapalapa del Distrito Federal y su vegetación está conformada por eucalipto y cedro blanco, matorral xerófilo perturbado, pequeños manchones de pastizal y una plantación de pinos. Se considera que más del noventa por ciento de la biota que habita el cerro es nativa y el resto, es introducida. Se tiene registro de sesenta y ocho vertebrados terrestres, de los cuales las aves son el grupo mejor representado con cuarenta y cinco especies y cuatro semiendemismos (organismos restringidos a la región durante una época del año) (GDF, 2007).

Parque Nacional Cerro de las Campanas. El parque se encuentra en Querétaro, Querétaro. En él, se realizan actividades recreativas y culturales. La vegetación se compone principalmente de mezquites, nopales, abrojos y arbustos, además de árboles y plantas exóticas ornamentales (Gobierno de Querétaro, 2013).

Parque Nacional Cumbres del Ajusco. Se ubica al sur del Distrito Federal en la delegación Tlalpan. En el área se distribuyen bosques templados de *Pinus*, *Abies*, *Quercus* y *Juniperus*, así como pastizales alpinos y subalpinos. Existen diez especies de mamíferos y ocho de aves endémicas de la Sierra del Ajusco y la Sierra Nevada (Granados et al., 2004).

Parque Nacional Desierto de los Leones. Está situado en las delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos, al poniente de la Ciudad de México. La vegetación está constituida por bosques de *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii* y *Quercus* spp., en comunidades puras o mezcladas, y por vegetación inducida. El parque se ha distinguido como uno de los últimos recintos naturales del Valle de México, donde se conserva una población de venado cola blanca y se distribuyen treinta especies de vertebrados endémicos de la misma zona (CONANP, 2006a; Vargas, 1997).

Parque Nacional Desierto del Carmen o de Nixcongo. Se localiza en el municipio de Tenancingo, Estado de México. La vegetación predominante de esta zona son los bosques de *Pinus leiophylla* y *P. pseudostrobus*, mezclados de acuerdo con la altitud y la exposición del terreno con *Quercus* spp. (encino), *Arbutus glandulosa* (madroño), *Fraxinus* spp. (fresno) y *Cupressus benthamii* (cedro blanco). Como arbolado de alineación se encuentran cipreses (*Cupressus lusitanica*) (Vargas, 1997).

Parque Nacional El Chico. El territorio que constituye al parque pertenece a los municipios Mineral del Chico, Pachuca y Real del Monte en el estado de Hidalgo.

La vegetación contiene seis de los diez géneros de las coníferas existentes en México: *Abies*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Pinus*, *Pseudotsuga* y *Taxus*, sus especies se mezclan con otras arbóreas y forman bosques mixtos, aunque los bosques de *Abies religiosa*, *Abies-Quercus* y *Quercus* spp., son los más abundantes. Entre las especies de encinos destacan: *Q. rugosa*, *Q. mexicana*, *Q. crassipes* y *Q. pachucana*, esta última; es característica de la Sierra de Pachuca; además de *Taxus globosa* registrada en la NOM-059 (Zavala-Chávez, 1996, 2000, 2001). También se distinguen pastizales, vegetación rupícola, xerófila, acuática, ruderal y arvense. En el parque se distribuyen cuatro especies florísticas endémicas del municipio Mineral del Chico, así como nueve especies de anfibios y diez de reptiles endémicas de México (CONANP, 2005b; Ikkonen *et al.*, 2004; Vargas, 1997).

Parque Nacional El Cimatario. Está ubicado en los municipios Querétaro, Corregidora y Huimilpan del estado de Querétaro. El área cuenta con remanentes de matorral subinerme, crasicaule (nopaleras y cardonales) y algunas áreas reforestadas

con eucalipto y cedro. Su fauna comprende setenta especies de aves residentes y migratorias entre las que destacan las rapaces (Gobierno de Querétaro, 2013; Vargas, 1997).

Parque Nacional El Tepeyac. El noventa y cinco por ciento de su superficie se encuentra contenida en la delegación Gustavo A. Madero, Distrito Federal, y el resto en el municipio Tlalnepantla de Baz, Estado de México. La vegetación nativa propia de zonas semiáridas está representada por palo dulce o palo cuate, cuajilotes, casahuates, mezquites, huizaches, entre otros, y casi ha desaparecido. En la actualidad dominan las plantaciones de eucalipto, principalmente, y de casuarina, pirul, cedro blanco, ciprés panteonero y pino piñonero. La fauna silvestre está representada por algunos insectos y aves. Sin embargo, también se encuentra una gran cantidad de ratas por la presencia de los asentamientos humanos que rodean al parque (Vargas, 1997).

Parque Nacional El Tepozteco. La superficie del área protegida corresponde a los municipios Tepoztlán, Cuernavaca, Yautepec y Tlalnepantla, estado de Morelos, y en la delegación Milpa Alta, Distrito Federal. Los tipos de vegetación presentes en la zona son bosque de pino, de oyamel, de encino, mesófilo de montaña, tropical caducifolio y de galería, el matorral crasicaule, rosetófilo y el pastizal subalpino.

En el parque se distribuyen sesenta y siete especies de mamíferos, 301 de aves, setenta y cinco de reptiles y veintisiete de anfibios, los cuales representan más del sesenta y cinco por ciento de las especies descritas en cada grupo para el estado de Morelos. En el área protegida destaca la presencia del ratón de las montañas (*Neotomodon alstoni*) que es endémico del Eje Neovolcánico Transversal, del roedor más pequeño del país (*Baiomys musculus pallidus*) y del teporingo (*Romerolagus diazi*), especie endémica y relictas (CONANP, 2008a).

Parque Nacional El Veladero. Esta área se encuentra en el municipio de Acapulco, al sur del estado de Guerrero. La vegetación principal es la selva mediana subcaducifolia, donde dominan los encinos (*Quercus affinis* y *Q. laurina*) y la selva baja caducifolia que presenta acacias en las zonas perturbadas (*Acacia cornigera* y *Acacia cochliacantha*). La fauna silvestre está constituida principalmente por aves canoras y reptiles (Vargas, 1997).

Parque Nacional Fuentes Brotantes de Tlalpan. Se localiza en la delegación Tlalpan, en la zona sur del Distrito Federal. El lugar se reforestó con eucaliptos y cedros, y sólo conserva cuatro de los dieciséis manantiales que originalmente nacían allí (Sánchez y Díaz-Polanco, 2011; Vargas, 1997).

Parque Nacional General Juan N. Álvarez. Está comprendido dentro del municipio Chilapa de Álvarez, estado de Guerrero, en la zona conocida como El Ocotil. La cubierta vegetal está representada por bosque de pino-encino y los árboles más abundantes son *Pinus lawsonii*, *Quercus liebmanni* y otras especies de encino (Vargas, 1997).

Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa. El área protegida se encuentra al norte del estado de Guerrero, en los municipios Pilcaya y Taxco de Alarcón. El tipo de vegetación dominante es bosque tropical caducifolio, seguido de pastizal inducido y bosque de galería. En el parque se distribuyen ocho especies de anfibios, setenta y una de reptiles, sesenta y cuatro de aves y cincuenta y dos de mamíferos, además de dos peces, diecisiete aves y veinte reptiles endémicos. Hay también veintisiete especies de reptiles, nueve de anfibios y seis de aves en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (CONANP, 2006b).

Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla. Perteneció tanto a la delegación Cuajimalpa de Morelos, Distrito Federal, como a los municipios Ocoyoacán, Huixquilucan y Lerma de Villada, Estado de México. El área está cubierta por bosque de coníferas (oyamel y pino), bosque de latifoliadas (encino), pastizales amacollados y zonas reforestadas (Vargas, 1997).

Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl. Se distribuye en los municipios Tlalmanalco, Amecameca, Atlautla y Ecatzingo del Estado de México, Huejotzingo, San Salvador el Verde, Domingo Arenas, San Nicolás de los Ranchos y Tochimilco de Puebla, así como en Tetela del Volcán, Morelos. Este parque nacional constituye

el remanente más importante de bosques de coníferas y praderas de alta montaña del centro del país. En él se distribuyen cuarenta y ocho especies de mamíferos, 161 de aves, 693 de reptiles y 285 de anfibios. Entre las especies endémicas destacan el zacatuche o teporingo (*Romerolagus diazi*), característico del Eje Neovolcánico, en peligro de extinción; cinco aves, diez reptiles y tres anfibios (CONANP, 2013c).

Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl. El área de protección abarca doce municipios del estado de Tlaxcala y cuatro del estado de Puebla. El parque está constituido por la quinta montaña más alta del país y en él se distribuyen bosques de pino, oyamel, encino y diferentes asociaciones de éstos, además de pastizal natural y páramo de altura; cincuenta y cinco por ciento de su área de influencia son terrenos de agricultura temporal. Se han registrado en La Malinche una especie de mamífero, seis de aves, once de reptiles y cuatro de anfibios endémicas del Eje Neovolcánico (CONANP, 2013d).

Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Se ubica en los municipios Huitzilac y Cuernavaca, Morelos, y en Ocuilan, Estado de México. La vegetación presente en la zona es bosque de pino, bosque de oyamel, bosque de encino, bosque pino-encino y el pastizal subalpino. En lo que se refiere a la fauna, allí se distribuyen entre otros, el teporingo, y el venado cola blanca; cinco aves endémicas y en peligro de extinción; además de un anfibio endémico, el ajolote (*Ambystoma altamirani*) (CONANP, 2008b).

Parque Nacional Lomas de Padierna. Se encuentra en la delegación Magdalena Contreras y algunas fracciones de Álvaro Obregón y Tlalpan en el Distrito Federal.

La vegetación del área comprende bosque de encino, matorral inerme, así como algunas zonas perturbadas y otras reforestadas (Vargas, 1997). Dentro de la fauna se registran; el mamífero llamado comúnmente; ardillón de roca (*Otospermophilus variegatus*); entre las aves, el zopilote común (*Coragyps atratus*) y el pájaro; mosquero cardenal; así como la culebra terrestre del centro (CONABIO, 2013).

Parque Nacional Los Mármoles. Es la segunda ANP con mayor extensión territorial en el estado de Hidalgo y comprende parte de los municipios Jacala

de Ledesma, Nicolás Flores, Pacula y Zimapán. Los tipos de vegetación del parque son bosque de encino, bosque de pino-encino, bosque de pino, bosque de enebro, matorral xerófilo, matorral perturbado y pastizal inducido. En el parque se distribuyen dieciocho especies de encinos, 129 especies y variedades de musgos y 101 especies, trece variedades y dos subespecies de compuestas (Álvarez-Zúñiga *et al.*, 2010; Delgadillo-Moya *et al.*, 2011; García-Sánchez *et al.*, 2014). Se registran cuarenta y dos especies de mamíferos; y tres especies amenazadas de murciélagos (*Choeronycteris mexicana* y *Leptonycteris curasoae*, *Leptonycteris nivalis*), dos especies sujetas a protección especial como la ardilla *Sciurus oculatus* y el ratoncito *Microtus quasiater*. Las aves es el grupo de vertebrados mejor representado en el parque; con noventa y seis especies, entre ellas muchas migratorias; destacan los zopilotes (*Cathartes aura*) y el halcón (*Falcon columbarius*). Entre los reptiles hay lagartos, serpientes y tortugas (Randell, 2008).

Parque Nacional Los Remedios. Se localiza en el municipio San Bartolo Naucalpan del Estado de México, al Noreste de Toluca. Su vegetación está constituida por áreas reforestadas principalmente con eucaliptos, además de casuarinas, cedros, fresnos y pirules. La poca fauna silvestre está constituida por tlacuaches; ratas de campo y armadillos en los barrancos. El parque prácticamente no presenta ningún ecosistema natural (Vargas, 1997).

Parque Nacional Molino de Flores Netzahualcóyotl. Ubicado en el municipio Texcoco, Estado de México. Este parque de importancia histórica presenta una cubierta vegetal de eucaliptos, fresnos, pirules, casuarinas, pinos y acacias. La fauna silvestre está representada por mamíferos pequeños, roedores y aves (Vargas, 1997).

Parque Nacional Sacromonte. El área pertenece al municipio Amecameca, Estado de México. Dentro de su vegetación actual destacan los encinos, eucaliptos, fresnos y cedros (Vargas, 1997). Este parque tiene el inconveniente de la reducción de su superficie por la invasión de asentamientos humanos irregulares (SEMARNAT, 2010).

Parque Nacional Tula. Se encuentra en el estado de Hidalgo dentro del municipio Tula de Allende. La vegetación está compuesta en su mayoría por matorral xerófilo,

además de matorrales rosetófilo, crasicaule y espinoso. La fauna silvestre se representa por serpientes, lagartijas, pequeños roedores y diversas aves (COEDEH, 2014; Vargas, 1997).

Parque Nacional Xicotécatl. El límite del parque queda comprendido dentro de los municipios Tlaxcala y Totolac, Tlaxcala. Se trata de un área urbanizada casi en su totalidad y solo existen relictos de vegetación natural con ejemplares aislados de *Pinus leiophylla*, *Juniperus deppeana* y vestigios de bosque de galería (Santacruz, 2008).

Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma. Se ubica en los municipios Lerma, Santiago Tianguistenco, Almoloya del Río, Calpulhuac, San Mateo Atenco, Metepec y Texcalyacac del Estado de México. Las ciénegas constituyen áreas con poca profundidad, de características lacustres y son los relictos de una extensa zona inundada; en ellas se distribuyen tulares y vegetación acuática con una riqueza florística de noventa y siete plantas vasculares (acuáticas estrictas, subacuáticas o tolerantes). La zona de protección es de alta diversidad, sin embargo, se han extinguido especies de flora, de fauna y varias endémicas están amenazadas o en peligro de extinción (SEMARNAT, 2002; Zepeda-Gómez et al., 2012a; Zepeda-Gómez et al., 2012b).

Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin. Se encuentra en los municipios Atlatlahucan, Cuernavaca, Huitzilac, Tepoztlán, Tlalnepantla, Tlayacapan, Totolapan y Yautepec del estado de Morelos; en las delegaciones Milpa Alta y Tlalpan del Distrito Federal; y en los municipios Ocuilán, Tianguistenco y Juchitepec del Estado de México. Esta área de protección junto con los Parques Nacionales El Tepozteco y Lagunas de Zempoala, contiguos a la zona, forman una franja vulnerable de alta importancia tanto por sus elementos naturales como por su elevada permeabilidad. Los tipos de vegetación presentes son bosque de *Pinus*, *Abies*, *Quercus*, *Alnus*, mesófilo de montaña, matorral crasicaule, rosetófilo, bosque tropical caducifolio, pastizal subalpino y pradera (CONANP, 2014b; CONANP, 2013e; Vega et al., 2008).

Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca. El área comprende los municipios Almoloya de Juárez, Amanalco, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Toluca, Villa Guerrero, Villa Victoria y Zinacantepec en el Estado de México. Los tipos de vegetación del Nevado son bosque de pino (*P. hartwegii* y *P. montezumae*); bosque de oyamel (*Abies religiosa*); bosque de pino-encino (*Pinus leiophylla*, *P. rudis*, *P. teocote*, *P. montezumae*, *P. pseudostrabus*, *P. ayacahuite*, y las especies de encinos: *Quercus barbinervis*, *Q. acutifolia*, *Q. laurina*, *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Q. laeta* y *Q. rugosa*; zacatonal alpino con *Calamagrostis toluensis* y *Festuca toluensis* como dominantes, y páramo de altura formado por diversas especies de líquenes y musgos (SEMARNAT, 2013; CONANP, 2013f).

La fauna del Nevado de Toluca está formada por una gran diversidad de mamíferos, aves, reptiles y anfibios de las regiones neártica y neotropical. Se registran 235 especies de animales que incluyen invertebrados, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, de los cuales, cuarenta y un especies se encuentran en alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (CONANP, 2013f).

Área de Protección de Recursos Naturales Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec. Se localiza en el Estado de México en los municipios Almoloya de Juárez, Amanalco, Donato Guerra, Ixtapan del Oro, Oztoloapan, San José del Rincón, Santo Tomás, Temascaltepec, Toluca, Valle de Bravo, Villa de Allende, Villa Victoria y Zinacantepec; en el estado de Michoacán abarca parte de los municipios Susupuato y Zitácuaro. Se carece de referencias que indiquen las características específicas de la zona de protección, aunque se mencionan problemas de tala clandestina, modificación de atributos ecológicos por desecación o dragado e impactos por producción de energía (CONANP, 2014b). De acuerdo con la información presentada la agencia de comunicación EIDOS (2012), se trata de un área muy importante desde el punto de vista florístico y ecológico dentro del Estado de México, en donde predominan varios tipos de vegetación como son los bosques de oyamel, los bosques de pino, los bosques de pino-encino con fuerte presencia de elementos de bosque mesófilo de montaña, relictos de selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, vegetación acuática y subacuática y vegetación secundaria con pastizal inducido.

Agentes de degradación en México

Las perturbaciones de los ecosistemas pueden ser originadas por causas naturales, humanas o bien una mezcla de ambas, y causan impacto directo (como el desmonte para urbanización o explotación minera, la tala desmedida, la explotación selectiva de algunas especies útiles, entre otras) o impacto indirecto (el cambio en las características del suelo, en el régimen hídrico, la contaminación del aire y el agua, entre otros) (Manson *et al.*, 2009; Rzedowski, 2006).

Las actividades antrópicas son causa del aumento en la desertificación, deforestación, fragmentación del hábitat y pérdida de biodiversidad (Durán-Medina *et al.*, 2007). En los bosques templados de México los principales agentes de perturbación son las actividades agropecuarias, la tala inmoderada, la extracción de resinas, los incendios naturales o inducidos, y la creciente urbanización periférica, entre otros. Además, se deben tener en cuenta, extensas áreas afectadas por el establecimiento de huertos, la caza, recolección, cosecha de madera y de combustible (Aguilar *et al.*, 2006; Durán-Medina *et al.*, 2007; Noble y Dirzo, 1997; Ugalde-Lezama *et al.*, 2012).

Para agrupar y entender todos los componentes que se involucran en la pérdida o daño de los recursos se han propuesto clasificaciones de acuerdo al factor que prepondera la investigación (Challenger *et al.*, 2009; Cibrián *et al.*, 2007).

Agentes de degradación en la Región Centro y Eje Neovolcánico Transversal:

A continuación se describen en forma general los principales factores de degradación en las áreas protegidas de México y para la región Centro y Eje Neovolcánico Transversal:

Cambio de uso de suelo (CUS). Constituye el agente de mayor impacto en las ANP debido a la fuerte presión demográfica a la que algunas de ellas se encuentran sometidas. El crecimiento poblacional trae consigo un consecuente incremento en la demanda de espacios para desarrollar nuevos asentamientos habitacionales, industriales y caminos (urbanización). Además, el aumento en el consumo de alimentos y de materias primas favorece la deforestación acelerada mediante los desmontes de las áreas forestales, éstos se realizan para la apertura de campos

de cultivo y de pastizales inducidos en terrenos impropios para la agricultura y la ganadería (Rzedowski, 2006; Torres, 2004).

Tala clandestina (TC). El desmonte no autorizado contribuye a la aceleración de los procesos de erosión del suelo, la disminución de la recarga de los mantos freáticos e incluso la reducción de los cuerpos hidrológicos. Esta actividad se encuentra fuertemente ligada con la pobreza, la falta de oportunidades de trabajo y la tenencia de la tierra en las zonas forestales, pues en ocasiones los usufructuarios aprovechan los recursos disponibles en función de sus necesidades inmediatas y no consideran la normatividad o el programa de manejo vigentes. En otros casos, se favorece la acción de personas externas a las comunidades por la falta de recursos para la vigilancia de extensas áreas, la ausencia de mecanismos de coerción, así como el bajo costo de las sanciones relacionadas con este tipo de delitos. También influyen la disposición del sector industrial para adquirir madera ilegal, la corrupción o colusión de diversas autoridades y la existencia de grupos organizados para este fin (Cámara de Diputados, 2010; CONAFOR, 2001; Torres, 2004).

De acuerdo con Santillán (2007) las principales zonas de deforestación en la región centro y Eje Neovolcánico son La Malinche y el Parque Nacional Izta-Popocatepetl, en los estados de México, Morelos y Puebla.

Explotación no planificada de los recursos naturales (ENP). Esta actividad se realiza prácticamente en todos los ecosistemas e incluye tanto a los recursos maderables como los no maderables.

- a) Obtención de combustible vegetal. La madera que no tiene uso comercial o lo tiene localmente a baja escala dentro de las comunidades rurales, se emplea comúnmente como leña o carbón para la preparación de alimentos, calefacción de la vivienda y del agua para aseo personal (Estrada-Martínez *et al.*, 2003); además se utiliza en pequeñas industrias como ladrilleras, alfarerías, panaderías, entre otras. En México este recurso representa la principal fuente de energía en las zonas rurales y proviene principalmente de ramas, arbustos y árboles muertos. A menudo se cree que la obtención de leña provoca deforestación, sin embargo, el impacto sobre la cobertura vegetal depende de la intensidad de recolecta y abundancia del recurso. Aunque la extracción de este tipo de biomasa incluso contribuye a la prevención de incendios, existen

zonas en las que la demanda excede el incremento natural de los ecosistemas forestales y ocasiona una sobreexplotación del recurso, principalmente en la región central, sur y costa del Golfo de México (CONAFOR, 2001; GIRA, 2003; Quiroz-Carranza y Orellana, 2010).

- b) Extracción selectiva de productos forestales no maderables. Éstos se definen como los bienes de origen biológico (distintos a la madera, leña y carbón vegetal) y los servicios brindados por los ecosistemas. Los principales productos que se obtienen del bosque templado se pueden agrupar en: especies alimenticias (plantas, hongos y fauna silvestre), ornamentales, medicinales, exudados, extractos y tierra de monte. Su aprovechamiento representa una importante alternativa de autoconsumo; tratamiento para la salud, que se encuentra muy propiciado por la deficiencia del servicio médico en muchas áreas rurales; e ingreso a través de la comercialización local y en ocasiones regional (Estrada-Martínez *et al.*, 2009).

Sin embargo, a pesar de que está regulado por las NOM, no existen mecanismos de inspección o monitoreo para identificar prácticas no sustentables. Aunado a esto, la Ley Forestal tiene carencias de información y sobreposición de procedimientos y requisitos con la Ley de Vida Silvestre que generan confusión, incumplimiento y sobrerregulación, lo cual facilita la pérdida de control sobre el uso de estos productos (Zamora *et al.*, 2001). Algunos ejemplos de la explotación no planificada de recursos no maderables son; la extracción de cactáceas en la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, de materiales pétreos para la construcción en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán y de tierra de monte y hoja del Corredor Biológico Chichinautzin (CONANP, 2003; CONANP, 2013b; CONANP, 2013e).

Sobreexplotación de mantos hídricos y de mantos acuíferos (SMHA). El incremento en la demanda de agua provoca el uso excesivo de los mantos acuíferos que representan la principal fuente de abastecimiento en algunas zonas del país, en especial las áreas con un alto crecimiento poblacional. Los consecuentes problemas por la sobreexplotación incluyen el deterioro de los ecosistemas de recarga, el descenso en los niveles hídricos (subterráneos y superficiales), el agotamiento de los manantiales, la salinización del suelo, el detrimento de la calidad del recurso, los agrietamientos y la subsidencia del terreno (Manson, 2004; Navarro de León, 2006).

Un claro ejemplo de los niveles de degradación derivados de esta actividad es la desecación, fragmentación y contaminación de las ciénagas del río Lerma, que fueron más intensas de 1973 a 1989 y se mantuvieron durante 2008 (Zepeda-Gómez *et al.*, 2012a; Zepeda-Gómez *et al.*, 2012b).

Incendios forestales (IF). El empleo del fuego para el manejo de la vegetación, como parte de las actividades agropecuarias, es muy habitual y constituye una costumbre antigua en México y sus efectos son notables. La quema de la cubierta forestal modifica la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas terrestres, incluso los de la atmósfera debido a las emisiones de carbono y otros gases. El uso de fuego con quemas prescritas de baja intensidad, de acuerdo con Rodríguez-Trejo *et al.* (2004), incluye diversos beneficios, además de la reducción de peligro de incendios. Sin embargo, en las áreas naturales son frecuentes los incendios no controlados, principalmente en la época seca del año, que afectan el paisaje y, con ello, las posibilidades de recreación y de desarrollo ecoturístico en las zonas afectadas; además de que aumentan la afectación del arbolado por insectos descortezadores (Moreno *et al.*, 2009; Rodríguez-Trejo *et al.*, 2004; Rzedowski, 2006; Torres, 2004).

Cada año ocurren numerosos incendios en los diferentes ecosistemas del país, la superficie forestal y el número de eventos varían según las condiciones meteorológicas y socioeconómicas de la región en que se presentan. Los factores propicios para la generación de los fuegos más severos son la producción de combustible que deriva de la tala clandestina en los bosques, la ausencia de manejo forestal y la nula supervisión de estas áreas. Estos siniestros provocan pérdidas de recursos bióticos que, en algunos casos, son de gran valor ecológico y económico (Torres, 2004; Xelhuantzi *et al.*, 2011).

Plagas y enfermedades forestales (PEF). El incremento en el ataque de diferentes organismos sobre la cubierta vegetal se considera un fenómeno natural de gran impacto, la disminución y pérdida de la cobertura arbórea que causa su presencia tiene consecuencias negativas sobre los diferentes ecosistemas y merma la producción de los recursos forestales. En México se han registrado más de 200 especies de insectos y patógenos que provocan daños en los bosques (CONAFOR, 2001, 2007).

Las plagas y enfermedades constituyen un factor importante de degradación de los bosques de clima templado en nuestro país. Estos problemas frecuentemente se presentan como resultado de un inadecuado manejo de los recursos maderables, de la demora para el tratamiento sanitario y de los esquemas de saneamiento que favorecen la formación de paisajes fragmentados y poco saludables (Fig. 1) (Torres, 2004).



Figura 1. Saneamiento de bosques de pino afectados por *Dendroctonus mexicanus* en la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda (Autor: Víctor Arriola)

Tráfico de especies (TE) y cacería ilegal (CI). La compraventa de vida silvestre se considera como una infracción o delito; involucra la extracción, acopio, transporte, comercialización y posesión de organismos nativos mediante su captura, caza y recolecta. A causa de estas actividades un amplio número de especies se consideran como amenazadas o en peligro de extinción en la legislación nacional e internacional, inclusive algunas más están extintas. Por otra parte, el tráfico ilegal modifica la dinámica de las poblaciones naturales debido a que se prefiere la obtención de ejemplares jóvenes y se ocasiona una fuerte presión sobre los individuos remanentes, de manera que se reduce su tasa de reproducción. Sin embargo, la principal consecuencia de este ilícito es la pérdida de componentes biológicos

que realicen alguna de las funciones ecológicas necesarias para el mantenimiento del ecosistema aparentemente saludable. Es importante recordar que uno de los riesgos indirectos se relaciona con el potencial de invasión de las especies traficadas en su destino final. Tanto el comercio como la caza ilegal constituyen una amenaza significativa para las poblaciones silvestres, con un riesgo de generar extinciones adicionales (Naranjo *et al.*, 2010; PROFEPA, 2013).

Especies exóticas e invasoras (EEI). No todos los organismos exóticos o introducidos son viables en los ambientes donde los seres humanos los incorporan; sin embargo, el número actual de especies introducidas establecidas, sobrepasa por mucho la tasa natural de invasión (Aguirre *et al.*, 2009; Pimentel *et al.*, 2000).

Las invasiones biológicas representan una de las amenazas de mayor riesgo, impacto y extensión para la biodiversidad, incluso causan la extinción de poblaciones o especies autóctonas y la degradación de los ambientes, tanto acuáticos como terrestres. La frecuencia e intensidad de los disturbios que ocasionan las especies exóticas e invasoras alteran los procesos y funciones ecológicas; estas especies ejercen presión y condicionan la supervivencia de las nativas al actuar como competidoras, depredadoras, parásitas o patógenas. Resultan especialmente en peligro los organismos que se consideran en alguna categoría de riesgo (Aguirre *et al.*, 2009; CANEI, 2010; Pimentel *et al.*, 2000).

A menudo las invasiones implican pérdidas económicas cuantiosas y problemas sanitarios severos, por lo que se vuelven una amenaza directa para el bienestar humano (Aguirre *et al.*, 2009).

Erosión acelerada (EA). En la erosión del suelo, se debe dar más énfasis a la acelerada o la inducida por el hombre. No siempre es fácil distinguir entre la natural y la acelerada ya que están a menudo muy relacionadas. La ocasionada por actividades antropocéntricas es el resultado de un uso irracional y manejo pobre, como las prácticas agrícolas inapropiadas, sobrepastoreo y extracción o sobreexplotación de la vegetación natural (FAO, 2009).

Diversas áreas naturales del Eje Neovolcánico no se eximen de esta problemática y más aún debido a la fuerte presión que sufren debido a la creciente población humana circunvecina a ellas y a la práctica de varias actividades indicadas anteriormente.

Contaminación del agua, suelo y aire (CONT). Las consecuencias de la incorporación de sustancias exógenas, nutrientes y contaminantes parece estar mejor documentada en el caso de los sistemas acuáticos en general, y en el de los costeros en particular, pero esto más bien podría reflejar falta de conocimiento, que una importancia menor en el caso de los otros ecosistemas (Challenger y Dirzo, 2009).

Satisfacer las muy diversas necesidades de los usuarios humanos del recurso hídrico, desde el consumo del agua potable, el riego de los cultivos y la producción de bienes por la industria hasta la generación hidroeléctrica, ha llevado a la sobreexplotación del agua de manera directa e indirecta y a la construcción de infraestructura hidráulica e hidroeléctrica (incluyendo 4,000 presas y represas). Estas actividades alteran los caudales (en su volumen, velocidad y calidad), la conectividad y hasta los cursos mismos de los afluentes. Estos factores, junto con las descargas contaminadas de los asentamientos, industrias y zonas agropecuarias, han impactado los ecosistemas dulceacuícolas y su biodiversidad de tal manera que sus efectos acumulados han sido muy negativos y, en algunos casos, catastróficos (Arriaga *et al.*, 2002).

Las principales causas de contaminación de las aguas en México son: contaminación microbiológica por desechos de aguas municipales no tratadas; por sustancias químicas de desechos industriales; por fertilizantes y pesticidas; por intrusión salina. Lo anterior provoca que el agua de las fuentes contaminadas no pueda ser utilizada para fines humanos y que las especies que viven en los cuerpos de agua en esas condiciones se estén extinguiendo afectando el ciclo hidrológico (Monforte y Cantú, 2009).

Asimismo, el incremento de suelo desnudo (degradado) puede estar ligado a las malas prácticas que se manejan en la agricultura por el deshierbe, uso de fertilizantes y pesticidas. Estos procesos contribuyen a la degradación del suelo y a la fragmentación, ocasionando que la vegetación en general se vea reducida.

Por otra parte, con respecto a los residuos sólidos, productos de los desechos de las actividades humanas, las consecuencias ambientales de la inadecuada disposición de los residuos pueden ser negativas para la salud de las personas y de los ecosistemas naturales. Algunos de sus impactos son: generación de contaminantes y gases efecto invernadero, adelgazamiento de la capa de ozono, contaminación de los suelos y

cuerpos de agua, proliferación de fauna nociva y transmisión de enfermedades (Gutiérrez, 2006). Dos de las Reservas de la Biósfera, de la región Centro y Eje Neovolcánico, afectadas por la producción excesiva de residuos sólidos son Sierra Gorda y Sierra Gorda de Guanajuato (CONANP, 1999; CONANP, 2014a).

Actividades mineras (AM).

La minería es una de las actividades con mayor potencial para afectar el medio ambiente. Debido a esta se pueden tener impactos directo e indirectos. En los directos se destacan las emisiones de gases, fluidos, ruido, polvo e impacto visual; mientras que en los indirectos se tienen los socioeconómicos, riqueza para algunos y cierto beneficio a la comunidad (infraestructuras), pobreza a otros, expropiaciones, tensión social, entre otros (Oyarzun, *et al.*, 2011).

Dentro de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán se extrae el barro y el ónix. Dadas las prácticas que se han aplicado desde hace muchos años, los recursos naturales en los que se sustentan son cada vez más escasos (Fig. 2) (CONANP, 2013b).



Figura 2. Impacto visual y ambiental de la actividad minera en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán (Autor: Victor Arriola).

Agentes de degradación específicos en las Áreas Naturales Protegidas en la Región Centro y Eje Neovolcánico

El hecho de que una zona esté considerada como área protegida no garantiza que en ella se eviten diferentes grados de disturbio (Villers *et al.*, 1998). De la Tabla 2 a la Tabla 5 se muestran los agentes de perturbación que afectan a las ANP del Eje Neovolcánico Transversal. Los datos se obtuvieron de los programas de manejo, publicaciones gubernamentales y científicas.

Las claves contenidas se desglosan a continuación:

AM	Actividades mineras
CI	Cacería ilegal
CONT	Contaminación (agua y suelo)
CUS	Cambio de uso de suelo
EA	Erosión acelerada
EEI	Especies exóticas e invasoras
ENP	Explotación no planificada de recursos naturales
IF	Incendios forestales
PEF	Plagas y enfermedades forestales
SMHA	Sobreexplotación de mantos hídricos y de mantos acuíferos
TC	Tala clandestina
TE	Tráfico de especies

Discusión

La megadiversidad biológica de México constituye un privilegio y un potencial para el desarrollo del país, y también una responsabilidad hacia nuestra sociedad y hacia el mundo. Sin embargo, su manejo y conservación son muy complicados (Sarukhán, 2009).

El Eje Neovolcánico Transversal es probablemente la región de nuestro país que mayor atención ha tenido en diferentes áreas de investigación. Sin embargo, es todavía difícil asegurar que se encuentre adecuadamente descrita y comprendida

(Gómez-Tuena *et al.*, 2005). Cada uno de los programas de manejo está integrada principalmente con listas de especies, algunas de ellas en peligro de extinción y endémicas de la región; sin embargo, se requiere mayor conocimiento de los recursos.

Tabla 2. Reservas de la Biósfera (Región Centro y Eje Neovolcánico) y sus principales factores de amenazas a la biodiversidad

Nombre	Fecha de decreto	Superficie inicial (ha)	Superficie actual (ha)	Plan de manejo	Agentes de degradación
Barranca de Metztitlán	27 de noviembre de 2000	96,042.94	96,042.94	Sí	CI, CONT, CUS, EA, EEI, ENP, IF, TE
Sierra de Huautla	8 de septiembre de 1999	59,030.94	59,030.94	Sí	AM, CI, CONT, CUS, EA, ENP, IF, TC
Sierra Gorda	19 de mayo de 1997	383,567.44	383,567.44	Sí	AM, CONT, CUS, EA, ENP, IF, PEF, TC, TE
Sierra Gorda de Guanajuato	2 de febrero de 2007	236,882.76	236,882.76	Borrador	AM, CI, CONT, CUS, EA, EEI, ENP, IF, PEF, TC
Tehuacán-Cuicatlán	18 de septiembre de 1998	490,186.87	490,186.87	Sí	AM, CI, CONT, CUS, EA, ENP, PEF

Una de las limitantes para que se lleve a cabo una buena conservación de las áreas naturales es la falta de programas de manejo ya que sólo el 48 % de estas lo tienen. En su análisis se percibe que la información sobre qué medidas realizar para mitigar los impactos es escasa. La legislación a la que hacen referencia se menciona sin profundizar y es necesario que sea integral, en casos específicos, para su mejor entendimiento y aplicación. Además consideramos que es importante mencionar que una buena legislación y regulación tendría que tomar en cuenta los requerimientos económico-sociales de los habitantes de las comunidades próximas a las áreas protegidas y considerarlos como parte de proyectos de sustentabilidad

de los bosques, lo cual generalmente no se hace y la aplicación de leyes regulatorias en ocasiones se efectúa en forma arbitraria o corrupta, con una afectación generalmente de las personas con menos recursos; mientras que, por otra parte se, brinda permisividad a empresas o grupos organizados que no siempre actúan bajo lineamientos legales.

Tabla 3. Parques Nacionales (Región Centro y Eje Neovolcánico) y sus principales factores de amenazas a la biodiversidad.

Nombre	Fecha de decreto	Superficie inicial (ha)	Superficie actual (ha)	Plan de manejo	Agentes de degradación
Cerro de la Estrella	24 de agosto de 1938	ND	121.77	Sí	CAI, CONT, CUS, EA, EEI, PEF
Cerro de las Campanas	7 de julio de 1937	ND	3.80* 58.49**	No	CUS, EEI
Cumbres del Ajusco	23 de septiembre de 1936	ND	920.00	No	CI, CUS, IF, PEF, TC
Desierto de los Leones	27 de noviembre de 1917	1,529.00	1,529.00	Sí	CAI, CI, CONT, CUS, EEI, SMHA
Desierto del Carmen o de Nixcongo	10 de octubre de 1942	529.00	529.00	No	CI, CONT, CUS, IF, TC
El Chico	6 de Julio de 1982	2,739.02	2,739.02	Sí	CONT, CUS, EA, ENP, IF, PEF, TC
El Cimatario	21 de julio de 1982	2,447.87	2,390.00*	No	CUS, EEI
El Histórico Coyoacán	26 de septiembre de 1938	ND	39.76	No	CUS, EEI
El Tepeyac	18 de febrero de 1937	1,500.00	238.53***	No	CONT, CUS, EEI, ENP, IF
El Tepozteco	22 de enero de 1937	ND	23,286.00	Borrador	CI, CONT, CUS, EEI, ENP, IF, TC
El Veladero	17 de julio de 1980	ND	3,617.41**	No	CUS, IF

Continúa...

Fuentes Brotantes de Tlalpan	28 de septiembre de 1936	129.00	17.82***	No	CUS, SMHA
General Juan N. Álvarez	30 de mayo de 1964	528.00	528.00	No	CI, CUS, IF, TC
Grutas de Cacahuamilpa	23 de abril de 1936	1,600.00	1,598.26	Sí	CONT, CUS, EA, TC
Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	18 de septiembre de 1936	ND	1,889.96**	No	CUS, EA, ENP, IF, PEF, TC
Iztaccíhuatl-Popocatepetl	8 de noviembre de 1935	ND	39,819.08	Sí	CAI, CI, CONT, CUS, EEI, ENP, IF, PEF, SMHA, TC
La Malinche	6 de octubre de 1938	ND	46,112.24	Sí	CI, CONT, CUS, EA, EEI, ENP, IF, PEF, TC
Lagunas de Zempoala	27 de noviembre de 1936	ND	4,790.00	Sí	CI, CONT, CUS, EA, EEI, ENP, IF, SMHA, TC
Lomas de Padierna	22 de abril de 1938	ND	1,161.21** 30.63***	No	CUS
Los Mármoles	8 de septiembre de 1936	23,150.00	23,150.00**	No	AM, CUS, ENP, TC
Los Remedios	15 de abril de 1938	ND	468.07**	No	CUS
Molino de Flores Netzahualcóyotl	5 de noviembre de 1937	ND	45.66**	No	CONT, CUS, EA, EEI
Sacromonte	29 de agosto de 1939	ND	43.73**	No	CUS, IF, EEI, PEF
Tula	27 de mayo de 1981	99.50	99.50**	No	CUS, EA, ENP, IF
Xicoténcatl	17 de noviembre de 1937	ND	851.30**	No	CUS

Fuente: *Gobierno de Querétaro, 2013, **CONANP, 2014b, ***Sánchez y Díaz-Polanco, 2011.
ND = No determinada.

Otra de las limitantes, que no se enlistó de manera particular en cada una de las áreas, es la creciente aculturación de los grupos indígenas y la pérdida de su conocimiento tradicional, la cultura materialista del consumismo, la pérdida del sentido de arraigo

cultural y geográfico relacionada con los procesos de migración de la población, el desentendimiento y disociación de las poblaciones urbanas del entorno natural, así como la carencia de una educación y conciencia ambientales de la población en general (Challenger, 1988).

Tabla 4. Áreas de Protección de Flora y Fauna (Región Centro y Eje Neovolcánico) y sus principales factores de amenazas a la biodiversidad.

Nombre	Fecha de decreto	Superficie inicial (ha)	Superficie actual (ha)	Plan de manejo	Agentes de degradación
Ciénegas del Lerma	27 de noviembre de 2002	3,023.96	3,023.95*	No	CONT, CUS, SMHA
Corredor Biológico Chichinautzin	30 de noviembre de 1988	37,302.40	37,873.81	Borrador	CUS, ENP, TC
Nevado de Toluca	25 de enero de 1936	ND	53,590. 67	Borrador	CI, CONT, CUS, EA, ENP, IF, PEF, SMHA, TC, TE

Fuente: *CONANP, 2014b

Tabla 5. Áreas de Protección de Recursos Naturales (Región Centro y Eje Neovolcánico) y sus principales factores de amenazas a la biodiversidad

Nombre	Fecha de decreto	Superficie inicial (ha)	Superficie actual (ha)	Plan de manejo	Agentes de degradación
Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec	15 de noviembre de 1941	ND	172,879.37*	No	ND

Fuente: *CONANP, 2014b

Consideraciones finales y recomendaciones

La geología de México provee diversidad de ambientes, hábitat y microhábitat para un importante número de especies residentes y migratorias; sin embargo, la

falta de conocimiento científico y alta presión social para su aprovechamiento y conservación las ponen en peligro por lo que se deben generar proyectos de investigación que cubran los vacíos de cada una de las áreas.

El impacto ambiental y social que conlleva la degradación de las áreas naturales protegidas en nuestro país es de mucha atención y de mayor impacto en la región Centro y Eje Neovolcánico Transversal ya que es donde se concentra la mayor población del país. Por ello se requiere poner énfasis en estudios no solamente ecológicos, sino sociológicos, que nos permitan conocer más cada factor de degradación y proponer medidas de mitigación.

Para conocer más sobre la problemática se recomienda la aplicación de encuestas a comisariados ejidales, habitantes, turistas y responsables de las áreas naturales para atender las demandas y establecer acciones para la conservación de los recursos. Una de las inquietudes percibidas entre la gente que hace uso de los productos de los ecosistemas es la restricción en el aprovechamiento de éstos, ya que la difusión o la integración en los programas de manejo, no establece generalmente, qué, cómo y cuándo aprovechar.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño gráfico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Áreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

- Aguilar M., A.G., J. López B., M.L. Rodríguez G., P. Montes C., A.A. Fernández B., A. Córdova V., R. Frau y N. Esquivel E. 2006. *Urbanización periférica y deterioro ambiental en la Ciudad de México: el caso de la Delegación Tlalpan en el Distrito Federal*. Universidad Nacional Autónoma de México-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 33 p.
- Aguirre M., A., R. Mendoza A., H. Arredondo P.B., L. Arriaga C., E. Campos G., S. Contreras-Balderas, M.E. Gutiérrez, F.J. Espinosa G., I. Fernández S. L.

- Galaviz S., F. García D., D. Lazcano V., M. Martínez J., M.E. Meave D., R.A. Medellín, E. Naranjo G., M.T. Olivera C., M. Pérez S., G. Rodríguez A., G. Salgado M., A. Samaniego H., E. Suárez M., H. Vibrans, J.A. Zertuche G., V. Cornett, P. Álvarez, L. Luna M. y M. Rodríguez M. 2009. *Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía*. Pp. 277-318. En: Sarukhán, J. (Coord.), Dirzo, R., R. González e I. J. March (Comps.). Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 821 p.
- Álvarez-Zuñiga, E., A. Sánchez-González y S. Valencia-Ávalos. 2010. *Los encinos del parque nacional Los Mármoles, Hidalgo, México*. Madera y Bosques 16 (4): 55-66.
- Arriaga C., L., V. Aguilar, J. M. Espinoza, C. Galindo, H. Herrmann, E. Santana C., S. Graf M., I. Pisanty y L. Rosenzweig. 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad. En: Sarukhán, J. (Coord.), Dirzo, R., R. González e I. J. March (Comps.). Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 821 p.
- Bezaury-Creel, J., D. Gutiérrez C., J.F. Remolina, J.J. Pérez, J. González C., N. Betancourt, M. Trigo, J. Antele, R. Frías, J. De la Maza, V. Sánchez-Cordero, F. Figueroa, P. Illoldi, M. Linaje, C.A. Sifuentes, R. González M., H.A. López L., A. Durán F., R.G. De la Maza y S. Anta F. 2009. *Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México*. Pp. 385-431. En: Sarukhán, J. (Coord.), Dirzo, R., R. González e I. J. March (Comps.). Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 821 p.
- Cámara de Diputados. 2010. *Punto de acuerdo por el que se exhorta a la SEMARNAT a implementar un programa contra la tala ilegal y a realizar un proyecto integral con objeto de reforestar el parque nacional La Malinche, en Tlaxcala*. Gaceta Parlamentaria Número 3092-VIII. Pp. 40-41.
- Challenger, A., R. Dirzo, J.C. López A., E. Mendoza, A. Lira-Noriega, y I. Cruz. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. 2009. Pp. 37-73. En: Sarukhán, J. (Coord.) Dirzo, R., R. González e I. J. March (Comps.). Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 821 p.
- Cibrián T., D., D. Alvarado R., S.E. García D. 2007. Enfermedades forestales en México/Forest diseases in México. Universidad Autónoma Chapingo, CONAFOR-SEMARNAP, Forest Service USDA, NRCAN Forest Service, COFAN, FAO. Estado de México, México 587 p.
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras (CANEI). 2010. *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 91 p.
- COEDEH. 2014. *Áreas naturales protegidas*. En: <http://coedeh.hidalgo.gob.mx/anp>, consultado el 8 de abril de 2014.
- CONABIO. 2013. *Parque Nacional Lomas de Padierna, Distrito Federal, MX*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Naturalista. En: <http://conabio.inaturalist.org/places/parque-nacional-lomas-de-padierna>, consultado 9 de abril de 2014.
- CONAFOR. 2001. *Programa estratégico forestal para México 2025*. Comisión Nacional Forestal. México. 190 p.
- CONAFOR. 2007. *Manual de sanidad forestal*. Comisión Nacional Forestal. Jalisco, México. 72 p.
- CONANP. 1999. *Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Sierra Gorda*. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. 172 p.
- CONANP. 2003. *Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Barranca de Metztlán*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 202 p.
- CONANP. 2005a. *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 202 p.
- CONANP. 2005b. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional El Chico*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 236 p.
- CONANP. 2006a. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Desierto de los Leones*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 172 p.
- CONANP. 2006b. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Grutas de*

- Cacahuamilpa*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 199 p.
- CONANP. 2008a. *Anteproyecto Programa de Manejo Parque Nacional El Tepozteco*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 222 p.
- CONANP. 2008b. *Anteproyecto Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Lagunas de Zempoala*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 193 p.
- CONANP. 2012. *Manual de organización específico de la dirección regional centro y Eje Neovolcánico*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 52 p.
- CONANP. 2013a. *Áreas protegidas decretadas*. En: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/, consultado el 19 de febrero de 2014.
- CONANP. 2013b. *Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 329 p.
- CONANP. 2013c. *Programa de Manejo Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 185 p.
- CONANP. 2013d. *Programa de Manejo Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 205 p.
- CONANP. 2013e. *Programa de manejo del Corredor Chichinautzín*. En: http://chichinautzin.conanp.gob.mx/que_hacemos/Programa_de_Manejo_04.pdf, consultado el 10 de octubre de 2013.
- CONANP. 2013f. *Borrador del Programa de manejo área de protección de flora y fauna Nevado de Toluca*. En: <http://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/BORRADOR%20PM%20NEVADO%20DE%20TOLUCA-311013.pdf>, consultado el 25 de noviembre de 2013.
- CONANP. 2014a. *Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Guanajuato*. En: <http://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/PROYECTO%20PARA%20CONSULTA%20PM%20SIERRA%20GORDA%20DE%20GUANAJUATO.pdf>, consultado el 21 de febrero de 2014.
- CONANP. 2014b. *Cobertura de las Áreas Naturales Protegidas Federales de México (Versión 9 de enero de 2014)*. En: http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/informacion/anps/ANP_14enero_2014.zip, consultado el 8 de marzo de

2014.

- Delgadillo-Moya, C., M. A. Cárdenas-Soriano, V. M. Gálvez-Aguilar y A. Sánchez-González. 2011. *Musgos del parque nacional Los Mármoles, Hidalgo, México*. Boletín de la Sociedad Botánica de México 89: 19-26.
- Durán-Medina, E., J. F. Mas y A. Velázquez. 2007. *Cambios en las coberturas de vegetación y usos del suelo en regiones con manejo forestal comunitario y áreas naturales protegidas de México*. Pp. 267-299. En: Bray, D., L. Merino y D. Barry (Eds.). *Los bosques comunitarios de México, Manejo sustentable de paisajes forestales*. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 443 p.
- EIDOS. 2012. *Área de Protección de Recursos Naturales “Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec”*. En: eidos.com.mx/clientes/valle/wp-content/uploads/2012/04/areadeproteccion.pdf, consultado el 6 de julio de 2014.
- Espinosa, D. y S. Ocegueda. 2007. *Introducción*. Pp. 5-6. En: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (Eds.). *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 514 p.
- Estrada-Martínez, E., J. R. Aguirre R. y L. Sánchez R. 2003. *Tecnología tradicional y conocimiento etnobotánico forestal en Santa Isabel Chalma, Amecameca, México*. *Revista de Geografía Agrícola* 32: 43-74.
- Estrada-Martínez, E., G. Guzmán, D. Cibrián T. y R. Ortega P. 2009. *Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la Sierra Nevada (México)*. *Interciencia* 34 (1): 25-33.
- FAO. 2009. *Guía para la descripción del suelo*. Cuarta edición. Italia, Roma. 99 p.
- Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2007. *Riqueza de la herpetofauna*. Pp. 407-420. En: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (Eds.). *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 514 p.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 439 p.
- García-Sánchez, C. A., A. Sánchez-González y J. L. Villaseñor. 2014. *La familia*

- Asteraceae en el parque nacional Los Mármoles, Hidalgo, México.* Acta Botánica Mexicana 106: 97-116.
- GIRA. 2003. El uso de biomasa como fuente de energía en los hogares, efectos en el ambiente y la salud, y posibles soluciones. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. Morelia, Michoacán de Ocampo. 16 p.
- Gobierno de Querétaro. 2013. *Anuario económico 2013*. Gobierno de Querétaro. Querétaro, Querétaro. 342 p.
- Gobierno del Distrito Federal (GDF). 2007. *Acuerdo por el que se aprueba el programa de manejo del área natural protegida con la categoría de zona ecológica y cultural Cerro de la Estrella*. Gaceta Oficial del Distrito Federal Número 62. Pp. 4-36.
- Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. 1995. *Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México*. Instituto Nacional de Ecología-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 161 p.
- Gómez-Tuena, A., M.T. Orozco-Esquivel y L. Ferrari. 2005. *Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 57 (3): 227-283.
- Granados S., D., G.F. López R., M.A. Hernández G. y A. Sánchez-González. 2004. *Ecología de la fauna silvestre de la Sierra Nevada y la Sierra del Ajusco*. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 10 (2): 111-117.
- Gutiérrez A., V. (Coord.). 2006. Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)-Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. 112 p.
- Hernández C., M. E. y G. Carrasco A. 2007. *Rasgos climáticos más importantes*. Pp. 57-72. En: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (Eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 514 p.
- Ikkonen, E., E. Ángeles-Cervantes y N. E. García-Calderón. 2004. *Producción de CO₂ en andosoles afectados por incendios forestales en el parque nacional El Chico, Hidalgo*. Terra Latinoamericana 22 (4): 425-431.
- Manson, R.H. 2004. *Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México*. Madera y Bosques 10 (1): 3-20.
- Manson, R. H., E. J. Jardel P., M. Jiménez E., C. A. Escalante S., M. Martínez

- R., H. Asbjornsen, S. Contreras M., D. A. Rodríguez-Trejo, E. Santana C., A. V. Arreola M., V. Sánchez-Cordero, V. Magaña R. y L. Gómez M. 2009. *Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico*. Pp. 131-184. En: Sarukhán, J. (Coord.), Dirzo, R., R. González e I. J. March (Comps.). *Capital natural de México*, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 821 p.
- Mittermeier, R. A. y C. Goettsch M. 1992. *La importancia de la biodiversidad biológica de México*. Pp. 63-73. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo (Comps.). *México ante los retos de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 343 p.
- Monforte G., G. y P.C. Cantú M. 2009. *Escenario del agua en México*. *Culcyt/Recursos Hídricos* 6 (30): 31-40.
- Moreno R., J. M., I. Rodríguez-Urbieto, G. Zavala E. y M. Martín. 2009. *Cambio climático y riesgo de incendios forestales en Castilla-La Mancha*. Pp. 340-364. En: Rodríguez T., A., H. Fernández C. e I. Rojano S. *Impactos del cambio climático en Castilla-La Mancha, Primer informe*. Fundación General de Medio Ambiente. Castilla-La Mancha, España. 364 p.
- Morrone, J.J. 2005. *Hacia una síntesis biogeográfica de México*. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76 (2): 207-252.
- Naranjo, E.J., J.C. López-Acosta y R. Dirzo. 2010. *La cacería en México*. *Biodiversitas* 91: 6-10.
- Navarro de León, I. 2006. *Explotación y renovabilidad del agua subterránea en una cuenca semiárida del Altiplano Mexicano*. *Ciencia UANL* 9 (4): 375-382.
- Noble, I.R. y R. Dirzo. 1997. *Forests as human-dominated ecosystems*. *Science* 277: 522-525.
- Ochoa-Ochoa, L. M. y O. A. Flores-Villela. 2006. *Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 211 p.
- Oyarzun, R., P. Higuera y J. Lillo. 2011. *Minería Ambiental. Una introducción a los Impactos y su Recomendación*. GEMM. Madrid, España. 337 p.
- Pimentel, D., L. Lach, R. Zuniga y D. Morrison. 2000. *Environmental and economic*

- costs of nonindigenous species in the United States*. BioScience 50 (1): 53-65.
- PROFEPA. 2013. *Cuadernos de divulgación ambiental. Tráfico Ilegal de vida silvestre*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 28 p.
- Quiroz-Carranza, J. y R. Orellana. 2010. Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán, México. *Madera y Boques* 16 (2): 47-67.
- Romero, F.J. y A. Velázquez. 1999. *La región de montaña del sur de la Cuenca de México: una revisión de su importancia biológica*. Pp. 39-48. En: Velázquez, A. y F. J. Romero (Comps.). Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México: bases para el ordenamiento ecológico. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco-Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. México, D. F. 351 p.
- Randell B., J. 2008. *Ordenamiento ecológico territorial regional en los municipios donde se ubica el Parque Nacional Los Mármoles*. Consejo Estatal de Ecología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DQ006. México, D. F. En: http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfDQ006_4a_parte.pdf, consultado el 3 de julio de 2013.
- Rodríguez-Trejo, D.A., H.C. Martínez H. y V. Ortega B. 2004. *Ecología del fuego en bosques de Pinus hartwegii*. En: Villers R., L. y J. López B. (Eds.). Incendios forestales en México. Métodos de evaluación. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. Pp. 103-120.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. Primera Edición Digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 504 p.
- Sánchez, C. y H. Díaz-Polanco. 2011. *Pueblos, comunidades y ejidos en la dinámica ambiental de la Ciudad de México*. Cuicuilco 52: 191-224.
- Santacruz G., N. 2008. *Situación del arbolado del Parque Nacional Xicohténcatl, Tlaxcala, México*. Revista Forestal Latinoamericana 23 (1): 69-89.
- Santillán P., J. 2007. Desmonte/Clearing. In: Cibrián T., D., D. Alvarado R. y S. E. García D. (Eds). 2007. Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in México. Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest USDA, EUA; NRCAN Forest service, Canadá y Comisión

- Forestal de América del norte, COFAN, FAO, Chapingo, México. 587p.
- Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, G. Halffter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta y J. De la Maza. 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 100 p.
- SEMARNAP. 1997. *Decreto por el que se declara área natural protegida, con carácter de reserva de la biósfera, la región denominada Sierra Gorda*. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. Pp. 1-11.
- SEMARNAP. 1999. *Decreto por el que se declara área natural protegida, con carácter de reserva de la biósfera, la región denominada Sierra de Huautla*. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. Pp. 24-31.
- SEMARNAT. 2002. *Decreto por el que se declara área natural protegida, con carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Ciénegas del Lerma*. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. Pp. 4-12.
- SEMARNAT. 2007. *Decreto por el que se declara área natural protegida, con carácter de reserva de la biósfera, la zona conocida como Sierra Gorda de Guanajuato*. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. Pp. 25-46.
- SEMARNAT. 2010. *Áreas naturales protegidas*. Diagnóstico final de la bitácora Cuenca Valle de México. Ordenamiento Ecológico. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. En: http://web2.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/bitacora_cuenca_valle_mexico/diagnostico_final%2022_marzo_3.pdf
- SEMARNAT. 2013. *Decreto que reforma, deroga y adiciona diversas disposiciones del diverso publicado el 25 de enero de 1936, por el que se declaró parque nacional la montaña denominada Nevado de Toluca que fue modificado por el diverso publicado el 19 de febrero de 1937*. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. Pp. 47-62.
- SEMARNAT. 2014. *Producción Forestal*. En: http://www.viveroscoyoacan.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=324&Itemid=119, consultado el 21 de febrero de 2014.
- Torres R., J. M. 2004. *Informe Nacional México, Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina Documento de trabajo*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Organización de las Naciones Unidas para

- la Agricultura y Alimentación. Roma, Italia. 86 p.
- Ugalde-Lezama, S., J. L. Alcántara-Carbajal, L. A. Tarango-Arámbula, G. Ramírez-Valverde y G. D. Mendoza-Martínez. 2012. *Fisonomía vegetal y abundancia de aves en un bosque templado con dos niveles de perturbación en el Eje Neovolcánico Transversal*. Revista Mexicana de Biodiversidad 83 (1): 133-143.
- Vargas M., F. 1997. *Parques Nacionales de México*. En: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?pid_public=108, consultado el 8 de noviembre de 2013.
- Vega G., A., J. López-García y L. L. Manzo D. 2008. *Análisis espectral y visual de vegetación y uso del suelo con imágenes Landsat ETM+ con apoyo de fotografías aéreas digitales en el Corredor Biológico Chichinautzín, Morelos, México*. Investigaciones Geográficas 67: 59-75.
- Villers R., L., L. García del Valle y J. López B. 1998. *Evaluación de los bosques templados en México: una aplicación en el parque nacional Nevado de Toluca*. Investigaciones Geográficas 36: 7-19.
- Xelhuantzi C., J., J. G. Flores G. y A. A. Chávez D. 2011. *Análisis comparativo de cargas de combustibles en ecosistemas forestales afectados por incendios*. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 2 (3): 37-52.
- Zamora, M., J. M. Torres y L. Zamora. 2001. *Análisis de la información sobre productos forestales no madereros en México*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Santiago, Chile. 120 p.
- Zavala-Chávez, F. 1996. *Repoblación natural de encinos en la Sierra de Pachuca, Hidalgo*. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. México. 148 p.
- Zavala-Chávez, F. 2000. *A new species of red oak (Quercus sect. Lobate) from Central Mexico*. International Oaks 10: 30-35.
- Zavala-Chávez, F. 2001. *Análisis demográfico preliminar de Taxus globosa Schlecht. en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo*. México. I: población de adultos y algunas características del hábitat. Ciencia Ergo Sum 8 (2): 169-174.
- Zepeda-Gómez, C., X. Antonio N., A. Lot H. y D. Madrigal U. 2012a. *Análisis del cambio de uso del suelo en las ciénegas de Lerma (1973-2008) y su impacto en la vegetación acuática*. Investigaciones Geográficas 78: 48-61.
- Zepeda-Gómez, C., A. Lot-Helgueras, X. Antonio N. y D. Madrigal-Uribe. 2012b.

Florística y diversidad de las ciénegas del río Lerma Estado de México, México. Acta Botánica Mexicana 98: 23-49.

Para citar esta obra:

Arriola-Padilla, V. J., E. Estrada-Martínez, R. Medellín-Jiménez, A. R. Gijón Hernández, L. A. Pichardo-Segura, R. Pérez-Miranda y A. Ortega-Rubio. 2015. *Áreas Naturales Protegidas del Centro de México: degradación y recomendaciones*. En: Ortega-Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. (pp. 337-374). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Así como la década de 1960 fue verdaderamente prodigiosa por la Revolución que provocó en las artes y la cultura, la década de 1970 fue para México un momento singular de crecimiento explosivo de la ciencia y la tecnología, así como de formación de algunos de los más destacados cuadros de la ecología mexicana moderna. En la actualidad, la ecología y la ciencia de la conservación en México son realmente áreas de vanguardia a nivel mundial, y este libro es un vibrante testimonio de ello. Sin temor a exagerar, podemos decir que los trabajos de los científicos mexicanos están en la base de nuestra legislación ambiental, y fueron el factor central en la decisión de crear la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas - la CONANP.

Pero no todo, desafortunadamente, es razón para auto-congratularnos. Después de años de esfuerzos para lograr la profesionalización del personal de la CONANP, décadas después de haber logrado introducir los criterios de la ciencia en la legislación en materia de Áreas Naturales Protegidas, las prioridades de las decisiones políticas, y no técnicas, amenazan nuevamente la gestión de las áreas naturales protegidas en México. Mientras, por un lado, nuestros gobernantes nos prometen nuevas áreas protegidas, por otro lado se está reduciendo aceleradamente el presupuesto para la conservación del capital natural de México. Corremos el inmenso riesgo de regresar, una vez más, al tiempo de las “reservas de papel”, sin personal ni presupuesto, que sólo existen en decretos oficiales pero no tienen manifestación concreta en el campo.

En ese contexto, este libro es doblemente importante. Por un lado, porque muestra nuevamente el compromiso de nuestros científicos con la conservación. Pero, además, porque resalta que, gracias al trabajo de grandes científicos, no hay -no debe haber- marcha hacia atrás. La conservación basada en una ciencia rigurosa es la única alternativa que tiene México para un futuro próspero y una economía viable.

Exequiel Ezcurra

