

La biodiversidad en

Morelos

Estudio de Estado 2



Volumen III



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La biodiversidad en

Morelos



Estudio de Estado 2

Volumen III

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Primera edición, 2020

OBRA COMPLETA: ISBN 978-607-8570-39-3

VOLUMEN III: ISBN 978-607-8570-42-3

Versión Digital

Coordinación y seguimiento general:

Andrea Cruz Angón¹
Karla Carolina Nájera Cordero¹
Diana López Higareda¹
Erika Daniela Melgarejo¹
Liliana González Flores²
Constantino Maldonado Krinis³
Mónica Elena Flores Cenicerós⁴
Liliana Fuentes Vargas⁴

Corrección de estilo:

Vector Diseño
Karla Carolina Nájera Cordero¹
Diana López Higareda¹

Diseño y formación:

Claudia Verónica Gómez Hernández /Vector Diseño

Cuidado de la edición:

Claudia Verónica Gómez Hernández
Karla Carolina Nájera Cordero
Diana López Higareda
Jorge Cruz Medina
Erika Daniela Melgarejo

Cartografía:

Cyndi Laura Román Colin
Diana López Higareda¹
Jorge Cruz Medina¹

Derechos patrimoniales y editoriales

D.R. © Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Liga Periférico – Insurgentes Sur 4903 Parques del Pedregal, Tlalpan, C.P. 14010 Ciudad de México,

<http://www.conabio.gob.mx>

¹Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

²Universidad Autónoma del Estado de Morelos

³Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado

⁴Comisión Estatal de Biodiversidad Morelos

Ilustraciones basadas en las siguientes fotografías:

Portada: Alejandro Villalobos (alias Alejandro Tux)/Banco de Imágenes CONABIO

Introducción III: Alejandro Villalobos (alias Alejandro Tux)/Banco de Imágenes CONABIO

Sección 11: María del Carmen García Domínguez/Banco de Imágenes CONABIO

Sección 12: Eduardo Rioja Paradela/Banco de Imágenes CONABIO

Nuestros autores: Axel Pedraza Ávila/Banco de Imágenes CONABIO

Salvo en aquellas contribuciones que reflejan el trabajo y quehacer de las instituciones y organizaciones participantes, el contenido de las contribuciones es de exclusiva responsabilidad de los autores.

Impreso en México/Printed in Mexico

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Mensaje del gobernador

La esencia y la diversidad de Morelos se basa en su riqueza de ecosistemas, áreas boscosas en el norte, selva baja caducifolia al sur, barrancas y cañadas, que en conjunto fueron la razón para que los tlahuicas fundaran *Cuauhnahuac*, cuyo nombre significa “junto a los árboles”.

Gracias a su privilegiada ubicación geográfica y cambiante relieve, Morelos con tan sólo 0.25% del territorio mexicano, posee una variedad de áreas climáticas que determinan su riqueza biológica, lo cual le confiere de una gran diversidad de especies de flora y fauna. La entidad se sitúa a la vanguardia en materia del cuidado y estudio de la biodiversidad, siendo el primero en publicar su estrategia estatal (2003) y su estudio de estado (2006) en coordinación con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Asimismo, ha sido la punta de flecha a nivel nacional al establecer formal y legalmente durante mi presente administración, la primera Comisión Estatal de Biodiversidad (COESBIO); alineándose así, a la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México, cumpliendo de los compromisos internacionales que México ha adoptado a través del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Derivado de una estrecha colaboración entre el Gobierno del Estado y la CONABIO, en 2016 se inició la actualización del estudio de estado, que este 2020 me honro en presentar para el conocimiento de toda humanidad. Esta obra representa un esfuerzo sin precedentes de cerca de 300 autores de 47 instituciones académicas, gubernamentales y de la sociedad civil, todos especialistas de un gran nivel. Expreso mi reconocimiento y agradecimiento por este importante documento de investigación a todos los que intervinieron en su proceso de integración.

Este trabajo conjunto permitió actualizar lo que se conoce sobre la riqueza natural de la entidad. La publicación de *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2* constituye el primer paso para la actualización de la *Estrategia Estatal sobre Biodiversidad de Morelos*, instrumento guía para el desarrollo e implementación de políticas públicas en materia de biodiversidad en la entidad.

Finalmente, agradezco a la CONABIO y a la Secretaría de Desarrollo Sustentable, por su compromiso y esfuerzo para concretar la actualización del primer estudio de estado, dando como resultado una herramienta de gran importancia para la toma de decisiones relacionadas con la conservación y uso sustentable de la riqueza natural de Morelos.

C. Cuauhtémoc Blanco Bravo
Gobernador Constitucional del Estado de Morelos



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Presentación

Después de 14 años de trabajo coordinado entre el gobierno estatal, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) e investigadores especialistas locales, se presenta con orgullo *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Esta obra compila el diagnóstico actual acerca del patrimonio natural de la entidad.

El libro está integrado por tres volúmenes, la principal temática es la situación actual de la diversidad biológica alojada en la entidad, lo que convierte a este documento en el principal referente de consulta para autoridades gubernamentales, académicos, comunidades locales, grupos indígenas y sociedad en general; con el fin de dirigir la toma de decisiones, diseñar estrategias de planeación, establecer políticas públicas y continuar con la generación de nuevo conocimiento sobre el patrimonio natural de la entidad para su desarrollo sustentable.

Esta actualización provee una línea base para identificar los procesos de cambio y transformación de los ecosistemas del territorio morelense, así como para establecer las acciones pertinentes para garantizar su conservación y uso sustentable en el largo plazo.

Tengo la seguridad de que las instituciones locales (gubernamentales, académicas y de la sociedad civil) apoyarán la difusión de esta publicación y darán continuidad a los esfuerzos para incrementar el conocimiento sobre la biodiversidad y los cambios que en ésta se registren, con la finalidad de favorecer el adecuado aprovechamiento del capital natural en Morelos. Sólo de esta manera, el esfuerzo desarrollado será de utilidad para las instituciones gubernamentales y para la sociedad morelense.

Esta obra contribuye al cumplimiento de las actividades de instrumentación de la *Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México* y *Plan de Acción 2030*, la cual es parte de los compromisos adquiridos por México ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica; además, es un valioso legado para el conocimiento y situación de la biodiversidad morelense, fundamental para la valoración y conservación del capital natural.

CONABIO felicita y agradece al Gobierno del Estado de Morelos y a los 297 autores pertenecientes a más de 47 instituciones y organizaciones estatales, nacionales e internacionales, por su compromiso y dedicación para la realización de este trabajo.

Dr. José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional de la CONABIO

Índice

7 Mensaje del gobernador

9 Presentación

13 Introducción

19 Usos tradicionales y convencionales

21 Resumen ejecutivo. Usos tradicionales y convencionales

23 La reinención de la producción artesanal y su relación con el ambiente

30 EC. Aprovechamiento del copal en Sierra de Huautla

37 Manejo forestal

51 Uso del bagre del Balsas (*Ictalurus balsanus*), un recurso pesquero de pequeña escala comercial

56 EC. Traspacios campesinos

59 Uso de las plantas acuáticas

69 Panorama general de la flora medicinal

78 EC. Actividad antioxidante de la uña de gato (*Pereskia aculeata*)

82 EC. Distribución, aprovechamiento y conservación del linaloe (*Bursera linanoe*)

89 Biodiversidad y ecoturismo comunitario en localidades indígenas

100 EC. La acuacultura ornamental, transformando el campo morelense

104 EC. El agua: una disputa entre usuarios

108 EC. Productos forestales no maderables: cuachalalate

112 EC. El cultivo de maíz y la milpa

116 EC. Producción de miel

119 Conclusiones. Usos tradicionales y convencionales

123 Factores de presión

125 Resumen ejecutivo. Factores de presión

127 Factores de presión a la biodiversidad

133 Análisis del cambio de cobertura vegetal y su efecto en la biodiversidad

145 Cambio climático y sus impactos en la biodiversidad

156 EC. Prioridades y estrategias de acción ante los efectos del cambio climático

161 El desarrollo acelerado de megaproyectos: amenaza a la biodiversidad

170 EC. Diagnóstico estatal de sanidad forestal

182 EC. Impacto por atropellamiento de la fauna silvestre en una carretera de la región norte del estado

186 EC. Dinámica de la selva baja caducifolia en la subcuenca del río Apatlaco

194 EC. La Cueva del Diablo y su relevancia para la conservación del murciélago maguero mexicano (*Leptonycteris nivalis*)

201 Comercio ilegal de flora y fauna como amenaza a la biodiversidad

215 Comercialización de especies arbóreas utilizadas en medicina tradicional y su impacto en poblaciones silvestres

- 225 Los peces invasores como amenaza a los recursos dulceacuícolas
- 230 EC. Una especie invasora: el perico monje
- 234 EC. Flora arbórea no nativa, un potencial riesgo para la biodiversidad
- 242 EC. Producción de nopal
- 247 Conclusiones. Factores de presión

251 Gestión y estrategias de conservación

- 253 Resumen ejecutivo. Gestión y estrategias de conservación
- 255 Áreas naturales protegidas
- 280 EC. La cueva El Salitre como refugio de vida silvestre
- 286 EC. Presencia del ocelote (*Leopardus pardalis*) al noroeste de Morelos
- 289 Áreas prioritarias para la conservación
- 302 EC. El humedal Laguna de Hueyapan, proveedora del recurso hídrico
- 307 Estrategia para la conservación de especies prioritarias
- 316 EC. La creación de un santuario para la carpita morelense (*Notropis boucardi*)
- 319 Ordenamiento ecológico del territorio
- 333 Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre
- 346 EC. UMA intensivas: viveros
- 351 La naturaleza compartida como recurso de uso común, el caso de Ajuchitán
- 355 Restauración ecológica
- 370 EC. Efecto del establecimiento de plantaciones de restauración ecológica en la fertilidad del suelo en una selva estacional secundaria
- 377 Educación ambiental como elemento clave de la conservación
- 386 EC. Cumbre infantil morelense por el medio ambiente (CIMMA)
- 391 Jardines botánicos
- 397 Servicios ecosistémicos
- 428 EC. Prácticas agrícolas y conservación de la agrobiodiversidad en Amatlán de Quetzalcóatl
- 434 EC. Pago por servicios ambientales
- 438 EC. Tinajas ciegas o ¿excavar suelos para conservarlos?

443 Nuestros autores

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Introducción III

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Introducción III

Andrea Cruz Angón y Karla Carolina Nájera Cordero

La biodiversidad tiene una contribución fundamental sobre la calidad de vida y el bienestar de los seres humanos. Sin embargo, en muchas regiones del mundo el crecimiento económico ha sobrepasado la capacidad de la naturaleza para renovarse y seguir otorgando bienes materiales, no materiales y sostener los medios de subsistencia de la mayoría de la población.

Los sistemas de producción, distribución y consumo de alimentos, agua y energía, entre otros bienes y servicios; han demostrado ser insostenibles, provocando la degradación de los ecosistemas y su propia capacidad de seguir otorgando dichos beneficios (IPBES 2019). En ese contexto, actualmente se reconoce la relevancia de las comunidades locales e indígenas, incluyendo sus conocimientos y visiones del mundo, en la construcción de un futuro más sostenible y equitativo. Este tercer volumen de *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*, reúne ejemplos sobre las distintas maneras en las que se aprovechan y gestionan los recursos biológicos en la entidad, y se analizan los principales factores de presión que afectan a la biodiversidad y los beneficios que otorga.

Usos tradicionales y convencionales

En esta sección se presentan los diferentes usos del capital natural en la entidad, muchos de los cuales se refieren a los saberes y conocimientos ancestrales que las comunidades asentadas a lo largo del territorio morelense acopian y transmiten de generación en generación como: la elaboración de artesanías, la medicina tradicional, la alimentación y el aprovechamiento turístico; incluyendo ejemplos sobre el valor económico, cultural y simbólico a la biodiversidad.

El manejo de la biodiversidad se transforma a la par de las necesidades económicas, culturales y sociales. Se

incluyen diversos ejemplos de especies o grupos biológicos que se utilizan por diferentes sectores de la sociedad morelense, y que forman parte de cadenas productivas importantes para el desarrollo económico de la entidad y de los procesos ecológicos.

Cabe destacar el aprovechamiento múltiple que las comunidades locales e indígenas tienen de las 168 327 ha de bosques y selvas del estado; por ejemplo, a través de la producción de artesanías, extracción de aceites esenciales para la industria cosmética (del linaloe *Bursera linaloe*), resinas para rituales religiosos (del copal ancho *Bursera copallifera* y el copal chino *Bursera bipinnata*). Los autores resaltan a los recursos hídricos como de vital importancia en las comunidades de la entidad, y presentan una amplia variedad de usos. Por ello, es relevante revisar el valor que se le da entre las diversas poblaciones de la entidad, pues el agua es el principal elemento que posee y mantiene la biodiversidad, pero también un recurso en disputa.

A pesar de que se han empezado a desarrollar alternativas económicas como el turismo en zonas indígenas, que se consideran más sustentables en el sentido de que contribuyen al beneficio de las comunidades y su legado cultural; es preciso desarrollar mecanismos democráticos para la toma de decisiones que incluyan a los diferentes sectores de la sociedad morelense de forma más equitativa, y considerando los conocimientos tradicionales que sean útiles para la conservación de especies nativas y endémicas.

Factores de presión

En los últimos años, la pérdida de la biodiversidad y la degradación de los ecosistemas se asocian principalmente a actividades humanas no sustentables (CDB 2010).

Cruz-Angón, A y K. Nájera-Cordero. 2020. Introducción III. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 15-17.

Los factores de presión pueden afectar de manera diferenciada a los distintos componentes de la biodiversidad; ser específicos a un sitio o actuar de manera sinérgica.

En las más recientes evaluaciones de la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES 2019), los expertos confirmaron que continúan los factores directos e indirectos de pérdida de biodiversidad, que ya habían sido identificados en la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (MA 2005): pérdida y degradación de los ecosistemas, sobreexplotación de especies (y ecosistemas), presencia de especies exóticas invasoras, cambio climático y contaminación.

Se identifican amenazas o impulsores directos e indirectos que afectan las contribuciones que la naturaleza hace a la riqueza biológica y a las sociedades humanas. Las principales amenazas directas son la degradación del hábitat por la conversión de tierras y humedales, la urbanización y el uso de otras nuevas infraestructuras. Como impulsores indirectos más importantes se pueden mencionar los cambios en las tendencias demográficas, los patrones de crecimiento económico, las deficiencias en los sistemas de gobernanza y la desigualdad entre regiones socioeconómicas (IPBES 2018).

El enfoque de la sección de Factores de presión de este volumen se dirige al impacto que tienen las actividades humanas en la biodiversidad de la entidad. Los autores reconocen que las principales causas del deterioro ambiental coinciden con lo reportado a nivel nacional e internacional y mencionan además el aprovechamiento ilegal de los recursos naturales y el desarrollo de infraestructura carretera como factores que ocurren en una escala alta en Morelos.

Asimismo, presentan de forma detallada una proyección de los principales efectos del cambio climático en el estado y algunos ejemplos de especies invasoras (flora, peces, perico monje) y especies con distribución restringida que son sensibles a las actividades humanas (murciélago magueyero). Se considera muy importante que el gobierno y la sociedad morelense se involucre en la toma de acciones a diferentes escalas para mitigar los factores de presión, además de buscar formas sostenibles de aprovechamiento y redireccionar las actividades humanas productivas para promover la protección de la biodiversidad.

Gestión y estrategias de conservación

La conservación se define como la protección, el cuidado, el manejo y el mantenimiento de los ecosistemas, hábitats, especies de vida silvestre y poblaciones, dentro y fuera de sus ambientes naturales, con el objetivo de salvaguardar sus condiciones naturales a largo plazo (UICN 2016), y es un concepto central para trabajar en la gestión de los recursos naturales.

En México y en otros países del continente americano, la gestión de la diversidad biológica se da a través de mecanismos de gobernanza y contextos socioeconómicos y ambientales diferentes (IPBES 2018). Las estrategias y enfoques de política ambiental para reducir los factores de presión sobre la biodiversidad deben ajustarse a las necesidades y capacidades de cada país o región, además requieren de una coordinación efectiva y transversal para el logro de los objetivos de conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

En la última sección de la obra se hace una recopilación de los principales instrumentos de política pública existentes en el estado para conservar la biodiversidad, y se evidencia la necesidad de promover y fortalecer dichos instrumentos, así como el uso sustentable de los ecosistemas para asegurar la conservación de los recursos naturales.

Los seres humanos obtienen bienes y servicios esenciales de los sistemas naturales, como alimentos, forraje, madera y productos farmacéuticos, los que representan una parte importante de la economía nacional, además de que son un elemento fundamental para la economía de autoconsumo, ya que sostiene aproximadamente 20% de la población del país.

Los beneficios y servicios que el ser humano recibe de los ecosistemas pueden dividirse en cuatro categorías: 1) provisión: que involucra a las materias primas que se obtienen directamente de los ecosistemas, como fibras, madera, agua y alimentos; 2) regulación: como reguladores del clima, de enfermedades y plagas, y control de la erosión, entre otros; 3) soporte: por la formación de suelos y reciclado de nutrientes; y 4) culturales: al ser fuente de inspiración artística o espiritual y conformar sitios recreativos, entre otras (CONABIO 2006; figura 1).

En el capítulo dedicado a los servicios ecosistémicos, los autores hacen una explicación extensa sobre los



Figura 1. Servicios y beneficios que presta la biodiversidad a través de los ecosistemas. Fuente: modificado de CONABIO 2006.

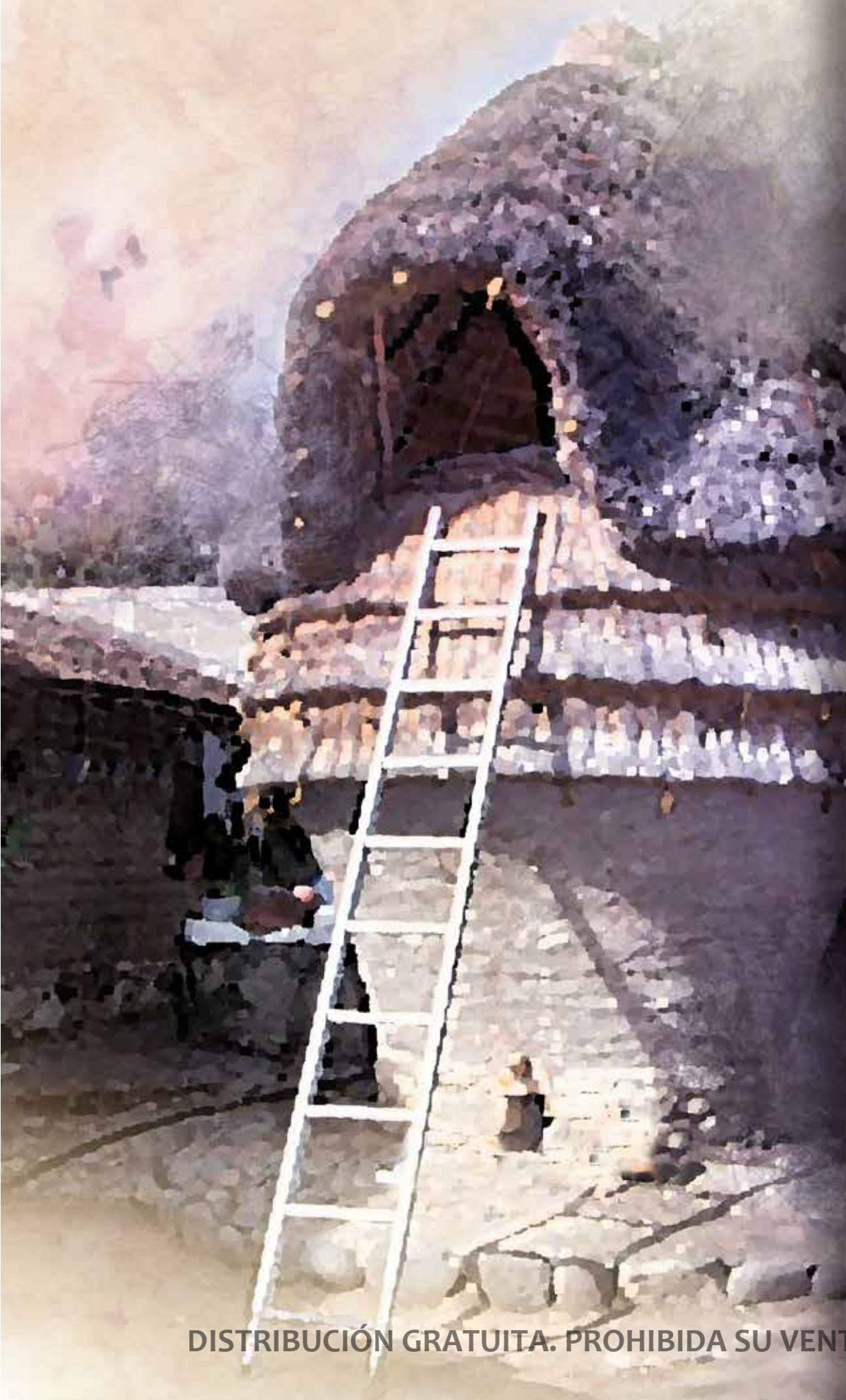
cuatro tipos de servicio y dan ejemplos puntuales en el estado. El conocimiento incipiente del estado actual de los servicios ecosistémicos en Morelos permite valorar y entender las amenazas que enfrentan, lo que deja la posibilidad de plantear acciones y desarrollar herramientas de gestión y protección que los salvaguarden para generaciones futuras. Así, en esta obra se recopila la información más actual sobre diversos temas relacionados con la biodiversidad (ecosistémica, específica y genética), su conservación, aprovechamiento, así como los factores que la amenazan.

Los autores de este estudio han hecho un esfuerzo sin precedentes, para compilar la información puesta al día sobre la biodiversidad de la entidad. Asimismo, resalta la necesidad de continua de actualización del inventario de especies, ecosistemas y evaluación de los factores de presión, tanto en México como en el estado, ya que se identificaron zonas con prioridad de atención por los tomadores de decisiones y por los especialistas para enfocar las investigaciones futuras y llenar los vacíos de información.

Referencias

- CDB. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010. *Ecosystem goods and services in development planning: a good practice guide*. CDB, Montreal.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2006. *Capital natural y bienestar social*. CONABIO, México.
- IPBES. The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. 2018. *Resumen para los responsables de la formulación de políticas del informe de evaluación regional sobre diversidad biológica y servicios de los ecosistemas de las Américas de la Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas*. J. Rice, C.S. Seixas, M.E. Zaccagnini et al. (eds.). Secretaría de la IPBES, Alemania.
- . 2019. *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. S. Díaz, J. Settele, E.S. Brondízio et al. (eds.). Secretaría de la IPBES, Alemania.
- MA. Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington.
- Sarukhán, J., P. Koleff, Julia Carabias et al. 2017. *Capital natural de México. Síntesis: evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institucionales*. CONABIO, México.
- UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2016. *IUCN definitions*. En: <https://cmsdata.iucn.org/downloads/en_iucn__glossary_definitions.pdf>, última consulta: abril de 2019.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

10 · Usos tradicionales y convencionales

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo. Usos tradicionales y convencionales

Nohora Beatriz Guzmán Ramírez y Erandy Toledo Alvarado

Desde una perspectiva interdisciplinaria, en esta sección se muestran los diferentes usos que la sociedad morelense otorga al capital natural con el que cuenta la entidad. Estos usos agregan valor económico, cultural y simbólico a los recursos naturales, reflejan los saberes y los conocimientos ancestrales que las comunidades asentadas a lo largo del territorio morelense acopian y transmiten de generación en generación como: la elaboración de artesanías, la medicina tradicional, la alimentación humana y la atracción turística.

Resalta el valor que los habitantes de las 168 327 ha de bosques y selvas de Morelos dan a este recurso, como la extracción de aceites esenciales para la preparación de perfumes (a partir de linaloe *Bursera linaloe*), el aprovechamiento de sus resinas para ritos religiosos en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (obtenido del copal ancho *B. copallifera* y el copal chino *B. bipinnata*) o la producción de artesanías.

Los recursos acuáticos son también de vital importancia en las comunidades del estado, y presentan una amplia variedad de usos. En este sentido, cobra importancia revisar no sólo su empleo, sino también el valor que se le da entre las diversas poblaciones de la entidad, pues el agua es el principal elemento que posee y mantiene la biodiversidad, pero también un recurso en disputa.

En la presente sección se destaca que, de las 193 especies vasculares acuáticas presentes en el estado, 34 se utilizan para fines ornamentales, artesanales, medicinales, alimentarios y de construcción, además de emplearse como forraje, abono orgánico y de tener un significado místico-religioso para los habitantes de las regiones donde se encuentran. Uno de los casos más representativos, es el del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), el cual se usa en almácigos para el cultivo de

jitomate y de forma experimental como abono para el arroz, así como alimento para el ganado equino y vacuno.

Asimismo, las especies endémicas de peces de agua dulce que se hallan en la cuenca del río Balsas, constituyen otro de los recursos acuáticos importantes en Morelos. Una de estas especies es el bagre (*Ictalurus balsanus*) o pez gato, la cual es apreciada por los pescadores de las zonas rivereñas del río Amacuzac quienes la emplean para el consumo y la venta en mercados regionales.

De la misma manera, se tienen otros usos productivos asociados al recurso agua, promovidos por los programas de reactivación económica, como es el caso de la acuacultura. En esta actividad se cultivan animales y plantas de agua dulce o marina en un sistema controlado, con el fin de aumentar la producción para usos ornamentales, lo que implica un desarrollo socioeconómico para agricultores de escasos recursos. Esta actividad la impulsa el Gobierno del Estado de Morelos, y está consolidada en 29 localidades dentro de 22 de los 33 municipios de la entidad.

La gran biodiversidad del estado implica también un amplio conocimiento adquirido por las poblaciones humanas sobre sus usos. En este sentido, destaca la importancia que se le concede a ciertas especies de plantas empleadas para uso medicinal y que representan conocimientos heredados por la cultura de las poblaciones indígenas originarias que aún ocupan parte del territorio morelense. Y es que el empleo de las plantas para uso medicinal responde a características culturales propias y exclusivas de cada población.

Además, los usos medicinales de las plantas endémicas de Morelos son tan variados que pueden ser diferentes incluso en una misma comunidad. Se presenta el ejemplo de la uña de gato (*Pereskia aculeata*), planta que se cultiva ampliamente en el estado y tiene

Guzmán-Ramírez, N.B. y E. Toledo-Alvarado. 2020. Resumen ejecutivo. Usos tradicionales y convencionales. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México pp. 21-22.

una amplia variedad de usos: en algunas comunidades tiene usos medicinales y en otras su fin es ornamental o alimenticio, de forma que su empleo se ha extendido a varios municipios del territorio.

Cabe destacar que los fines varían no sólo de acuerdo a las necesidades de los pueblos que interactúan con la biodiversidad, sino también de acuerdo a las condiciones de las familias de cada comunidad, como ocurre en los traspatios campesinos. Así, el manejo de la biodiversidad

por parte de los seres humanos, se transforma a la par que las necesidades económicas, culturales y sociales. De tal manera que, surgen nuevos usos que permiten a su vez el desarrollo de nuevas estrategias organizativas que representen una alternativa más sustentable para aprovechar la biodiversidad, contribuir al beneficio de las comunidades y conservar su legado cultural, como es el caso de las actividades de turismo alternativo en zonas indígenas.

La reinención de la producción artesanal y su relación con el ambiente

Netzy Peralta Delgado

Introducción

En México, un factor fundamental para su producción artesanal es la diversidad ambiental que se extiende a lo largo y ancho del territorio. Los oficios que de ésta se desprenden están íntimamente ligados a la explotación

de los recursos naturales, ya que de éstos toman la materia prima. El resultado de la relación entre ambos es la gran variedad de objetos artesanales que visibiliza y exalta la complejidad biológica y sociocultural mexicana (figura 1).



Figura 1. Venta de artesanías en Tlayacapan, Morelos. Foto: Netzy Peralta Delgado.

Peralta Delgado, N. 2020. La reinención de la producción artesanal y su relación con el ambiente. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 23-29.

La intersección entre la cultura y el medio ambiente da lugar a una compleja trama social que se refleja en la producción de artesanías, la cual es una manifestación de la actividad humana. Con el paso del tiempo dicha trama adquiere connotaciones diferentes, debido a las modificaciones que tiene el medio ambiente producto de las acciones humanas, y que repercute en la producción de artesanías.

No obstante, el proceso productivo se ha transformado por diversas causas, entre las que se destacan los aspectos ambientales, los factores económicos y los nuevos escenarios socioculturales. En este sentido, se muestra un breve análisis de la situación de las artesanías en Morelos, entidad que posee una rica tradición artesanal y, por tanto, es un crisol de diversas formas productivas insertas en contextos que van desde el rural hasta el urbano.

Producción artesanal

Cada escenario productivo es un laboratorio donde las artesanías cobran formas que se manifiestan en las reinventiones de la visión, o visiones, del mundo de quienes las elaboran.

La variedad de objetos artesanales que se encuentran en México tienen dos funciones primordiales que se complementan. Por un lado, son un soporte para la conservación y la transmisión intergeneracional de la memoria individual y colectiva, así como un estímulo para el trabajo comunal. Por el otro, los objetos están marcados por la experimentación con los nuevos materiales y la función de su uso. Es decir, las artesanías adquieren nueva utilidad y sentidos a los originalmente asignados. Por ejemplo, una cazuela que idealmente se emplea para preparar alimentos puede ser empleada como maceta, así también jarrones cafeteros pueden servir también como servilleteros.

Los objetos tienen una vida social asignada por los seres humanos, pero ésta varía dependiendo de las circunstancias sociales, temporales, culturales y económicas donde se utilicen. El resultado es un contexto artesanal donde los objetos terminan ubicados en el campo del patrimonio cultural vivo, ya que los artistas, con su creatividad, mantienen vigentes las tradiciones, y exploran valores y símbolos que permiten conocer el tejido cultural de donde emanan.

Un ejemplo, es el de la alfarería de Tlayacapan (figura 2), municipio que se localiza al norte del estado, donde esta tradición está llena de complejidades y matices que implican continuidades y discontinuidades. De esta manera, hay alfareros que continúan fabricando productos de uso cotidiano y existen también quienes producen mercancías decorativas para los turistas. La explicación sobre la existencia de estos dos tipos de loza habla de diferentes formas organizativas de trabajo y distintas estrategias socioeconómicas adoptadas por los alfareros.

Asimismo, es una respuesta a la intersección de factores internos y externos que impactan en los talleres que son guía para los patrones de producción y comercialización. La alfarería de Tlayacapan muestra las continuidades y cambios en la oferta y la demanda de los objetos artesanales que influyen en la modificación de la organización laboral.

Los productores se adaptan a la exigencia del mercado creando nuevos objetos, muchas veces basándose en los viejos productos y sólo refuncionalizándolos. Por ejemplo, para hacer un jarrón decorativo utilizan el mismo procedimiento técnico que para elaborar un jarro cafetero, únicamente cambia el tamaño. También, inventan objetos con valor sólo decorativo que no necesariamente tienen un lazo de continuidad con las viejas formas productivas. Inclusive, añaden diferentes técnicas de manufactura y materiales de trabajo, tales como el plástico PET o las llantas, para el horneado de la alfarería.

La aparición de nuevos objetos y herramientas es muestra de la refuncionalización del oficio mediante la integración de los mismos en las pautas de consumo del mercado de la loza tradicional. De tal manera que, es posible encontrar una pluralidad social entre los artesanos en los talleres de Tlayacapan, que se refleja en las adaptaciones que hacen los alfareros en sus procesos de producción y venta.

Todo esto es posible gracias a la inclusión de distintos elementos económicos, culturales y sociales en los sentidos y conocimientos propios. Por ejemplo, para la elaboración de cuexcomates miniatura, los artesanos de Chalcatzingo en el municipio de Jonacatepec, utilizan los materiales propios de la región, como el barro, el zacate, los palos de alacle, el árbol del cuajilote y las hebras de maguey.

Los artesanos son actores que se ven involucrados en un proceso de adaptación a las transformaciones del



Figura 2. Puesto ubicado en el centro de Tlayacapan donde se comercializan piezas de alfarería artesanal. Foto: Netzy Peralta Delgado.

entramado social. Estos sujetos entran en una mecánica de ajuste a su nueva realidad, la cual se desarrolla en un ambiente de tensión entre cambiar o permanecer. Nestor García Canclini explica que:

[los artesanos] “juegan con matices icónicos de su comunidad en función de proyectos estéticos e interrelaciones creativas con receptores urbanos. Los mitos con que sostienen las obras más tradicionales y las innovaciones modernas indican en qué medida los artistas populares superan los prototipos, plantean cosmovisiones y son capaces de defenderlas estéticamente y culturalmente” (García Canclini 2003: 225).

Un ejemplo de lo anterior es el caso de los cuexcomates (figura 3), los cuales eran y en algunos casos todavía son, usados por los campesinos del oriente de la entidad como granero para guardar sus cosechas de sorgo y maíz. Sin embargo, tras el deterioro de la producción agrícola de la zona y el uso de otras formas para almacenar las cosechas, éstos perdieron su función primordial. No obstante, los habitantes de Chalcatzingo encontraron que el granero, elaborado en miniatura, resultaba atractivo para los visitantes de la zona arqueológica cercana.

Es así que el turismo estimuló la conservación y refuncionalización del cuexcomate como un elemento

del arte tradicional, en el cual se integraron nuevas materias primas junto con viejas técnicas productivas gracias al incentivo económico que representa. Por ello, se comenzó a hacer uso del barro de San Bartolo Cohuecan o del zacate de San Marcos Acteopan, ambas comunidades aleñadas pertenecientes al estado de Puebla.

El turista, con su demanda de objetos decorativos, entró como un factor que influyó en la elección del artesano de darle un nuevo giro a su vida laboral, y aun así guardar su carácter artesanal. Esto es, los artesanos mostraron una flexibilidad de adaptación a la nueva realidad social.

Los cuexcomates, como objetos culturales, son representativos de las dinámicas sociales que giran en torno al estudio de la cultura material, y esta última es el indicador en tiempo y espacio de las distintas maneras de construcción de las sociedades. De modo que, estos objetos muestran cómo las personas cimientan significados en los espacios, incluyendo los elementos del paisaje natural (biológico).

La relación entre las artesanías y el turismo demuestra que la cultura material expresa los valores y creencias de los individuos, en tanto los objetos son expresiones de los tipos de relaciones sociales entre las personas e incluso entre las instituciones.



Figura 3. Elaboración de un cuexcomate. Foto: Netzy Peralta Delgado.

El turismo, por su importancia numérica y su capacidad adquisitiva, sirvió como un estímulo para la conservación del arte tradicional, debido al ingreso económico que representa. A nivel de oferta y demanda, el turismo activa la comercialización de las artesanías, ya que el consumo de ellas alude a elementos que son considerados de origen natural y hechos a mano, cuestión que llama la atención de los turistas.

En este sentido, la artesanía se convierte en una manufactura de recuerdos que no necesariamente está conformada por objetos tradicionales, pero que contribuyen a la preservación y revitalización de dichos objetos (De Kadt 1991). En Chalcatzingo, esta preservación se da principalmente por dos razones: 1) los artesanos vislumbraron un nuevo consumidor con una capacidad adquisitiva para comprar objetos decorativos; y 2) la producción de los cuexcomates evitó la pérdida de un oficio.

La producción artesanal en Morelos forma parte de una herencia cultural que se reproduce y revitaliza, al mismo tiempo que se confronta, cuestiona y transforma cada vez que un artesano realiza una pieza. Los saberes tradicionales transmitidos intergeneracionalmente se

actualizan de acuerdo con el contexto social, económico, cultural y ambiental en el cual están inscritos. Esto ha llevado a la alfarería a adquirir distintos matices y complejidades.

Un escenario de múltiples matices obliga a sus actores a reorganizar las actividades cotidianas en todos sus aspectos, por ejemplo, en la organización laboral, misma que se erige en la organización familiar.

Organización socioproductiva de las artesanías

La persistencia de producción artesanal urbana o rural, a lo largo del tiempo, se debe a que está contenida en una forma tradicional de organización: la familia. La familia realiza un doble papel porque, dada su flexibilidad, permite los cambios y las transformaciones en la creación de los objetos artesanales. Éstas se moldean según las estrategias económicas de su unidad de producción y, al mismo tiempo, son uno de los hilos de continuidad en tanto permiten la pertenencia a un grupo donde, muchas veces, la identidad del artesano equivale a una identidad familiar.

Se tiene como ejemplo la elaboración de pirotecnia en la comunidad de Xoxocotla, en el municipio de Puente de Ixtla, donde la organización de la producción está dada en términos de herencia productiva. Existe una relación de equivalencia entre un oficio, que otorga un principio de identidad, y el sentimiento de continuidad, que acredita como verdaderos cueteros a quienes desempeñan esta actividad.

Ser cuetero significa llevar a cabo un aprendizaje directo y de rutina, donde la práctica de copiar las acciones y las formas de los objetos es el medio de adiestramiento. El método de enseñanza habla de una relación directa con el pasado y de una determinada tradición familiar. Continuar produciendo pirotecnia conlleva una reapropiación del objeto y de sus significados representativos de la familia y de la comunidad.

Las artesanías, independientemente del tipo de objetos que se elaboren, son una actividad económica que construye una estructura de sentidos, significados y valoraciones (figura 4), donde la transmisión de conocimiento y la organización familiar dan lugar a un sistema de identificación que las nuevas generaciones revaloran y reconstruyen.

El nuevo contexto socioeconómico incluye actores como el turista, consumidor con gustos y requerimientos específicos que significan un cambio en la cotidianidad y otra experiencia de los productos. Estos consumidores propician que exista un conocimiento sobre los gustos de personas externas y diferentes a la comunidad, que



Figura 4. Olla para frijoles decorada con flores que aluden al cempasúchil (pieza elaborada para las festividades del Día de Todos Santos). Foto: Netzy Peralta Delgado.

da lugar a un sistema de producción artesanal turística decorativa.

Las influencias externas, más las transformaciones al interior de la familia,¹ dan como resultado una amalgama entre las estrategias económicas y culturales. Es así que algunos artesanos logran tener éxito mientras que otros se ven obligados a generar nuevas estrategias de sustento familiar.

La relación entre la identidad familiar y como artesano se construye de forma entrelazada, tal como lo ejemplifican las tejedoras de lana en Hueyapan, comunidad localizada en las faldas del volcán Popocatepetl que pertenece al municipio de Tetela del Volcán. Entre sus principales actividades económicas están la producción agrícola y la elaboración de prendas de lana en telar de cintura.

Los gabanes que ahí se elaboran simbolizan una tradición cimentada en las condiciones sociodemográficas de cada familia. Esto es, en la composición de los miembros (por edad y sexo), los lazos de parentesco que las artesanas usan para ayudarse a realizar ciertas fases del proceso productivo, su capacidad para negociar con su producto o establecer redes de comercialización, así como su creatividad e innovación para hacer frente a las expectativas del mercado con nuevas técnicas productivas-organizativas, además de la historia laboral construida alrededor de su taller.

Estos factores varían en importancia dependiendo del caso a analizar y, sobre todo, de las condiciones de la unidad doméstica, porque ésta es la base desde donde los artesanos organizan las actividades productivas con el fin de solventar las necesidades de su familia. La unidad doméstica comprende el ámbito donde los individuos establecen su reproducción cotidiana y generacional, en el sentido del medio de producción para la subsistencia. Asimismo, es el espacio donde se llevan a cabo las actividades del taller artesanal.

Cada uno de los miembros de la unidad doméstica participa en las estrategias técnico-laborales dentro del taller y el hogar con la finalidad de lograr lo que Scott Cook y Leigh Binford llaman reproducción simple:

“implica la subsistencia o la supervivencia, esto quiere decir que un prerrequisito necesario de viabilidad para la familia campesina artesana es que las actividades

¹ Entre estas modificaciones se encuentran la variabilidad sociodemográfica de la familia en las diferentes etapas de su ciclo vital, la búsqueda de nuevos ingresos (en lugar de dedicarse a la artesanía), la apuesta por la educación de los hijos, entre otras.

productivas de sus miembros otorguen los bienes de consumo –la comida, la ropa, la vivienda y demás– que les permitan vivir conforme a su contexto cultural y formación” (Cook y Binford 1990:160).

Asumir el riesgo del éxito, o del fracaso, por dedicarse a un tipo de producción artesanal, especializarse, diversificar, así como tomar las decisiones sobre la comercialización de sus productos, es elección del artesano. Y dicha decisión está influenciada por la pluralidad de factores que rodean su unidad doméstica. La familia, la disponibilidad de materia prima para elaborar sus productos, la situación económica y las expectativas socioculturales harán que el artesano tome decisiones que verán afectada su vida familiar y las estrategias próximas a seguir. Sin embargo:

“más allá de las necesidades físicas inmediatas, los individuos suelen decir lo que quieren según determinados valores culturales (compartidos), históricamente dados pero socialmente renegociables [...] Tal elección u ordenamiento también está sujeto a la negación social. Tanto los valores como las elecciones experimentan la influencia de los factores naturales y económicos de la producción y de la continuidad histórica de la experiencia” (Spooner 1991: 274).

Las decisiones de cada artesano, más las diferencias ambientales, económicas y sociales de sus unidades domésticas, llevan a una organización laboral disímil entre los distintos tipos de artesanos mexicanos.

Por consecuencia, en México no van a existir dos unidades domésticas que se reproduzcan igual, a pesar de estar en un mismo entorno social. Esto dificulta la tarea de clasificar a los artesanos en una sola categoría, por los diversos tipos de productores. A nivel organizativo, las relaciones de los artesanos y sus familias se asemejan a un caleidoscopio, que a cada movimiento de la lente, adquiere colores y matices diferentes.

De tal manera que, se pueden observar elementos que consienten el arraigo de las viejas tradiciones artesanales, como lo son: la producción de los tejidos de Hueyapan, la alfarería de Tlayacapan, la pirotecnia de Xoxocotla, entre otros. Estos elementos son: 1) la identidad que proporciona un oficio; 2) la tradición en la fabricación de los objetos artesanales; 3) el riesgo que implica implementar innovaciones o cambiar la producción, a pesar del gran

nivel de innovación que existe; 4) los valores básicos del grupo doméstico; 5) las limitaciones económicas para invertir en otro tipo de producto o bien para vender su propia mercancía; y 6) la importancia del acceso a recursos naturales que proporcionan la materia prima.

Es así que desde la vieja tradición se van construyendo y reinventando nuevas formas productivas, laborales y comerciales, pero los artesanos se ven envueltos en un juego de tensión y conflicto (Appadurai 1991). Los elementos de transformación y continuidad se mezclan para dar lugar a una diversificación productiva y laboral en los talleres. Ésta se entiende como la capacidad del artesano para dominar más de un proceso productivo, a través de estrategias técnicas y organizativas, y que se manifiesta en la variedad de objetos artesanales que oferta al consumidor.

Los factores de heterogeneidad social como las características sociodemográficas de las unidades domésticas, las opciones laborales con las que cuenta el artesano, los contactos comerciales y la herencia del oficio, entre otros, han conllevado a una distinta valoración de las artesanías como fuente de ingresos y a una reinención de este oficio.

Dicha reinención debe entenderse como una serie de estrategias que permiten la continuidad del oficio, al adaptar nuevos estilos y técnicas que conducen a diversas formas de organización familiar, con base en normas culturales y relaciones sociales.

Elsa Guzmán señala que “la estrategia se concibe más que como una suma de acciones, como opciones guiadas por normas y valores interiorizados que toman considerando logros o fines a distintos tiempos, y que en su transcurso se van adecuando y renovando, de acuerdo a factores, posibilidades y limitaciones internas y externas” (Guzmán 2005: 24). Las estrategias se explican a partir de un conjunto de conocimientos adquiridos a lo largo del tiempo por los artesanos. La finalidad de éstas, sin importar la naturaleza que sean, se traduce en la reproducción de la unidad familiar.

De acuerdo con la misma autora se entiende la reproducción social como: [un] “complejo de procesos biológicos, demográficos, sociales, económicos y culturales que derivan de la existencia y pervivencia de una sociedad y de los distintos grupos y clases sociales que la conforman. Se considera que el desarrollo de una sociedad y su historia es un proceso permanente de estabilidad y cambio de elementos materiales y simbólicos a

distintos niveles, tanto al interior de los distintos grupos y estratos, como en sus interacciones y en la conformación de la sociedad” (Guzmán 2005: 25).

Conclusiones

Finalmente, la artesanía al ser una expresión de la cultura, muestra cómo ésta es susceptible a múltiples factores que intervienen en algo concreto pero que alteran a una totalidad. Esto es, la producción de artesanías es una manifestación artística de una realidad concreta que no escapa a las condiciones materiales que la rodean. Entre ellas se encuentran los cambios en el medio ambiente que afectan la disponibilidad de los recursos naturales y su producción, lo cual deriva en la toma de decisiones de los artesanos sobre las adaptaciones del mismo proceso productivo.

Así, se encuentran alfareros (entre ellos de Amayuca, Tlayacapan y Jantetelco) que, por el poco acceso a recursos como la leña para llevar a cabo la quema de las piezas, deciden hornearlas con PET o llantas viejas.

Las condiciones medioambientales que rodean la producción artesanal forman parte de los factores que condicionan las respuestas de los artesanos y dan pie a la diversidad de estrategias adaptativas. Cada caso de producción artesanal tiene la peculiaridad de explicar un fragmento de la realidad social y de la diversidad, tanto cultural como biológica, donde se desenvuelven

los sujetos, misma que está llena de incertidumbre, problemas y oportunidades, tal como la variedad artesanal morelense.

Ante los nuevos retos que representa la producción de artículos, ya no para el uso cotidiano, sino para el turista, se abre la posibilidad de difundir el conocimiento tradicional sobre la biodiversidad que caracteriza a cada región social y natural de donde son elaborados.

Referencias

- Appadurai, A. 1991. Introducción: las mercancías y la política del valor. En: *La vida social de las cosas. Perspectiva cultural de las mercancías*. A. Appadurai (ed.). Grijalbo, México, pp. 17-87.
- Cook, S. y L. Binford. 1990. *La necesidad obliga. La pequeña industria rural en el capitalismo mexicano*. CONACULTA, México.
- De Kadt, E. 1991. *Turismo, ¿pasaporte al desarrollo?* Ediciones Endymion, Madrid.
- García-Canclini, N. 2003. *Culturas híbridas. Estrategias para entrar y salir de la modernidad*. Grijalbo, México.
- Guzmán, E. 2005. *Resistencia, permanencia y cambio. Estrategias campesinas de vida en el poniente de Morelos*. Plaza y Valdés/UAEM, México.
- Spooner, B. 1991. Tejedores y comerciantes. La autenticidad de una alfombra oriental. En: *La vida social de las cosas. Perspectiva cultural de las mercancías*. A. Appadurai (ed.). Grijalbo, México, pp. 243-293.

Aprovechamiento del copal en Sierra de Huautla

René Gadea Noguérón

Introducción

Desde la época prehispánica, los árboles conocidos con el vocablo náhuatl copalquahuitl eran explotados para la extracción del copal, sobre todo en las regiones cálidas y secas de México (Linares y Bye 2008).

El copal es una resina sólida y aromática que se obtiene de varias especies del género *Bursera*, que se utiliza en diferentes ritos religiosos (Linares y Bye 2008). De acuerdo con Guízar y Sánchez (1991), sólo en el alto Balsas se explotan cerca de 15 especies que producen copal.

El aprovechamiento de esta resina en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH) probablemente tenga orígenes similares a los ya mencionados.

Las especies explotadas para estos fines, corresponden al copal ancho (*Bursera copallifera*, figura 1) y al copal chino (*B. bipinnata*, figura 2).

De acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT 2010), ninguna de las dos especies se encuentra en alguna categoría de riesgo. Aunque regionalmente, la sobreexplotación ocasiona pérdida de individuos y relega a las poblaciones a áreas cada vez más alejadas de las localidades que las aprovechan.

Extracción tradicional del copal

El copal extraído de las tierras morelenses se utiliza para sahumar en los días de muertos o en las ceremonias religiosas (Maldonado 1997). Éste se emplea en la localidad



Figura 1. Hojas de copal ancho (*Bursera copallifera*) de la Sierra de Huautla. Foto: René Gadea Noguérón.

Gadea-Noguérón, R. 2020. Aprovechamiento del copal en Sierra de Huautla. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 30-35.



Figura 2. Hoja de copal chino (*Bursera bipinnata*) de la Sierra de Huautla. Foto: René Gadea Noguerrón.

donde se extrae o, bien, se vende a intermediarios que lo distribuyen fuera del estado. La explotación del copal en la REBIOSH se lleva a cabo en las comunidades de El Limón de Cuauchichinola (Gadea-Noguerrón 2011), Los Sauces, Pitzotlán, Ixtlilco el Grande e Ixtlilco el Chico, así como en poblados aledaños al área, como Tepeguaje y Hutchila, todos pertenecientes al municipio de Tepalcingo (observación personal).

En las comunidades circundantes a Puebla, la extracción de copal también es común entre los pobladores (Linares y Bye 2008). Su cosecha tiene lugar de agosto a octubre, temporada en que los exudados son abundantes por la presencia del agua de lluvia, y su venta se realiza a finales de octubre (Gadea-Noguerrón 2011).

La cosecha de copal se realiza a través de incisiones en el tronco y en las ramas de mayor grosor, utilizando un instrumento de hierro llamado quichala y un mazo pequeño de madera dura, con el cual se golpea a la quichala sobre la corteza del árbol, siempre unidos por una cuerda corta que permita manipular los instrumentos y con el fin de no dejarlos olvidados en el terreno de labor (figura 3).

La savia extraída se recolecta en hojas de maguey (*Agave angustifolia*) colocadas debajo de dichas aberturas a modo de contenedores, donde la resina se precipita por medio de una hoja de encino (*Quercus* spp.),

la cual se coloca dentro de una primera incisión guiando el flujo de ésta (figura 4). Este proceso se repite cada tercer día hasta que la hoja de maguey se llena y se sustituye por otra, y así sucesivamente hasta el final de la cosecha. A esta actividad se le conoce localmente como picar copal (Gadea-Noguerrón 2011).

El maguey se asocia directamente a la recolección de copal, ya que es el medio en el cual se captura la resina, por lo que las poblaciones de maguey pueden verse afectadas negativamente por una mayor densidad de recolectores e intensificación de la actividad. Ante esto se toman alternativas como el uso de botellas de PET, segmentadas de manera longitudinal para sustituir la penca de maguey, en ocasiones la hoja de encino y los amarres de la penca también son sustituidos por algún material plástico (observación personal).

En la comunidad de El Limón de Cuauchichinola, los acuerdos que se toman para organizar la cosecha se dan a nivel local. Años atrás, se hacía una asamblea con el comisariado, un mes antes de la recolección, en la cual los copaleros se dividían los campos de trabajo. De esta forma, las áreas quedaban repartidas y los acuerdos eran respetados por todos, lo cual contribuía a evitar la invasión y el saqueo (Gadea-Noguerrón 2011).

Pero, hoy en día, quienes trabajan el copal en esta comunidad son alrededor de cuatro personas, por lo



Figura 3. Uso de la quichala y el mazo para realizar las incisiones. Foto: Fabiola Mena Jiménez.



Figura 4. Recolección de la resina en pencas de maguey. Foto: Fabiola Mena Jiménez.

cual ya no hay necesidad de convocar a una reunión. En cambio, sólo se le avisa al comisariado sobre la actividad y se trabaja sobre los parajes cercanos al pueblo (Gadea-Noguerón 2011).

Una persona puede cubrir hasta dos campos de labor (lo cual representa encargarse de unos 100 árboles por campo) y hasta dos hojas contenedoras o más. Los trabajos consisten en vigilar los contenedores, quitar la basura que llega a caer dentro (ya que restan calidad al producto), hacer incisiones nuevas, retirar las hojas que se han llenado con resina y colocar nuevas, con recorridos y visitas a los árboles diariamente o cada tercer día (Gadea-Noguerón 2011).

Todos los trabajadores atienden en un día la mitad de los copales y el resto al día siguiente. Trabajar con 100 árboles representa una producción de 60 a 70 kg de resina de copal, por temporada (Gadea-Noguerón 2011).

La cosecha se levanta el 20 de octubre, que es cuando se traslada y se empieza a empacar para su venta (figuras 5 y 6). La resina no se puede almacenar por mucho

tiempo ya que pierde peso, consistencia y aroma, lo que implica su depreciación. Por este motivo, la venta del copal extraído de esa temporada se tiene que realizar durante el mismo año.

El copal se vende en la Plaza del Copal, en el poblado de Tepalcingo, a partir del 25 de octubre de cada año. Durante esa fecha y en ese lugar se reúnen los copaleros de la zona para negociar sobre el precio con distintos compradores que vienen de los estados de Puebla, Estado de México y Ciudad de México (Gadea-Noguerón 2011).

La compra-venta del copal se extiende por una semana pero desde el primer día, muy temprano, se ven camionetas con remolques estacionadas cerca del zócalo de Tepalcingo, a donde poco a poco empiezan a llegar los copaleros de la región, quienes llevan su mercancía empacada en cajas de cartón.

La negociación se hace de manera muy discreta. Cuando se establece contacto, el copalero lleva su producto hasta la camioneta del acaparador. La mercancía no se exhibe, se muestra directamente a los compradores



Figura 5. Preparación del empaqueo de copal. Foto: Fabiola Mena Jiménez.



Figura 6. Empaqueo de copal para la venta. Foto: Fabiola Mena Jiménez.



Figura 7. Pesaje del copal. Foto: Fabiola Mena Jiménez.

quienes la examinan y determinan un precio, el cual es negociado en privado con el productor, por lo que no se trata de una plaza abierta al público (observación personal).

El copal es altamente demandado todos los años, durante el 2007 se cotizó entre 200 y 300 pesos por kilo. La inversión de trabajo se traduce en ganancias para los recolectores de, aproximadamente, 14 mil pesos por cada 100 árboles, de los cuales se extraen entre 60 y 70 kg de copal (figura 7; Gadea-Noguerón 2011).

El precio del copal se establece cuando se efectúa la primera venta en la Plaza, por lo que la negociación también dependerá de la habilidad de cada uno de los recolectores. Según la demanda, el precio puede variar y alcanzar precios más elevados o más bajos de acuerdo al primer precio establecido (Gadea-Noguerón 2011).

El proceso de extracción del copal, su manejo y venta, así como los acuerdos para su aprovechamiento entre los copaleros de la comunidad de El Limón de Cuauchichinola, es similar en las comunidades de la zona de la REBIOSh y el área de influencia (observación personal).

Sin embargo, en la negociación de los precios no se registra una organización entre los diferentes productores de la región, esto genera que estén a expensas de los precios que los acaparadores establecen. Es así que la falta de organización los coloca en desventaja ante los compradores de copal (observación personal).

Costumbres asociadas con la conservación

La actividad de picar copal en la región requiere de un periodo de enseñanza-aprendizaje, de los padres a los hijos. A veces los que quieren aprender el proceso de aprovechamiento trabajan con copaleros expertos como peones, mientras aprenden la técnica (observación personal).

Los copaleros tienen respeto por los árboles de copal ya que, a decir de ellos, son los que les proveen recursos para subsistir. Evitan sobreexplotar los árboles realizando pocas heridas y toleran su presencia en áreas de siembra y cerca de la comunidad (observación personal).

Aun cuando la actividad de extracción de copal se ha visto disminuida, se sigue defendiendo el recurso. Un ejemplo de esto se dio en la comunidad de El Limón, donde, después de rentar sus campos de explotación a la comunidad vecina de Jolalpan, Puebla, notaron una sobreexplotación de los árboles en el primer año, por lo que muchos terminaron secándose. Ante tal situación, la comunidad decidió no volver a rentar sus copales, ya que éstos representan un patrimonio para el futuro de sus hijos (observación personal).

Conclusiones y recomendaciones

La conservación del copal recae en las comunidades que se benefician por su aprovechamiento. El tipo de interacción entre las comunidades contribuye a establecer un llamado de atención a quienes no muestran respeto por el recurso, de tal forma que no pueden obtener los beneficios que el copal genera.

No basta con que se conozca la técnica de extracción, los saberes tradicionales van más allá del método; un ejemplo de esto es la creencia de que si llegas de mal humor a trabajar, el árbol se siente y revienta las puntas de las ramas y deja de producir copal (observación personal). Cargados de un evidente misticismo, dichos saberes conforman un todo que permite contar con el recurso de manera sostenible o permanente.

Avanzar de acuerdo a la capacidad productiva de los árboles de copal es importante, ya que de esto depende la permanencia del recurso. Colocar un punto de pique en el tronco de cada árbol y uno por cada rama con potencial productivo, es benéfico para la sobrevivencia de los árboles, ya que no se verían afectados por el número de heridas realizadas, porque a decir de los propios copaleros: a mayor número de heridas es más probable que el árbol muera. Igualmente, practicar el descanso de los árboles por temporada podría ayudar a su recuperación por el estrés sufrido con el proceso de extracción.

En la comunidad de El Limón de Cuauchichinola, el recurso persiste debido al manejo cultural que recibe, por

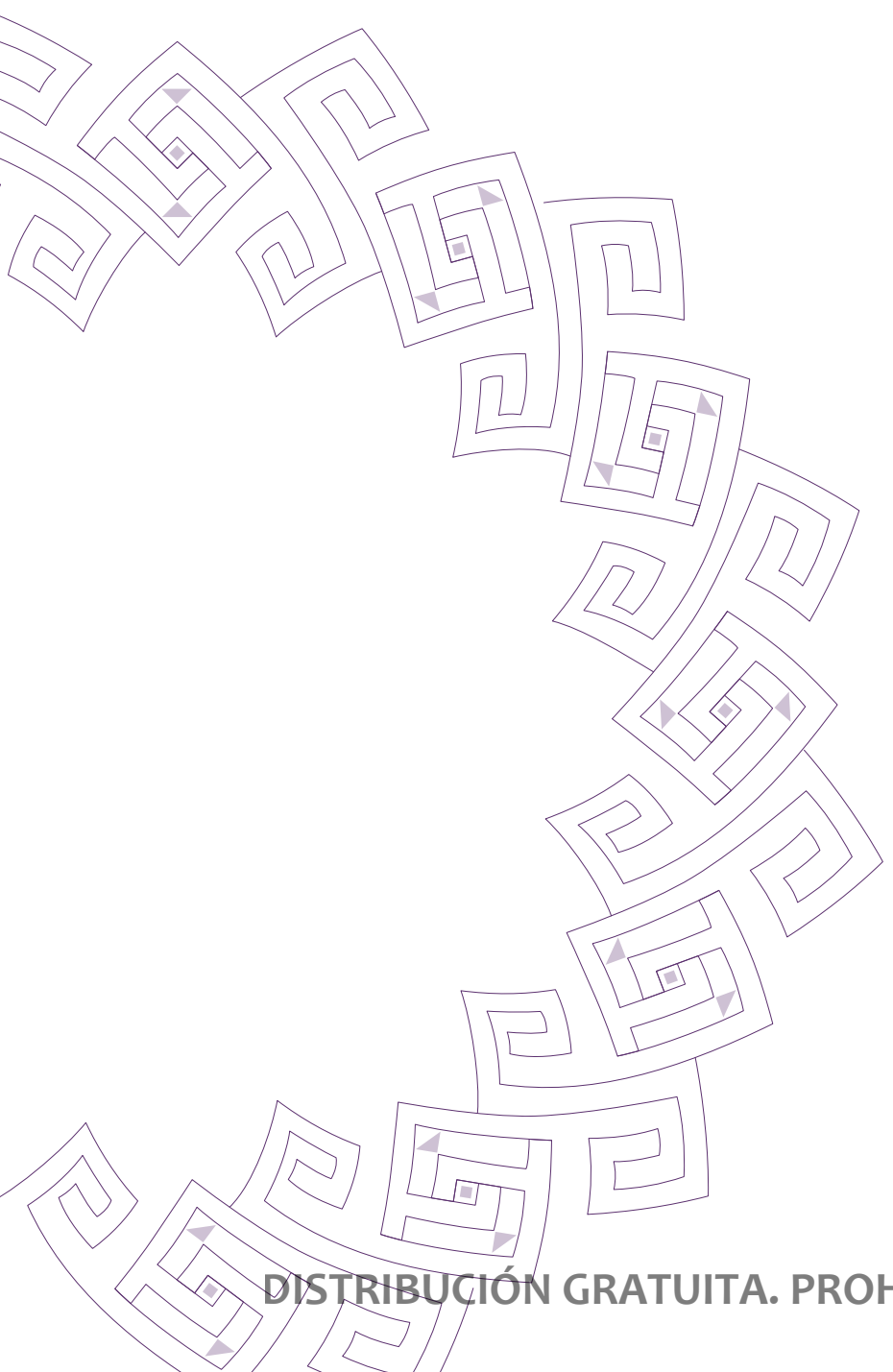
lo que resulta significativo mantener y fomentar estas relaciones con el recurso entre los nuevos productores. Por el contrario, en algunas comunidades circundantes, como es el caso de Jolalpan, las poblaciones de copal se han visto reducidas por la sobreexplotación.

Implementar un programa de manejo para propagación de las especies de la región en viveros comunitarios y su reforestación resultaría útil para la recuperación de individuos en beneficio de los copaleros, además de fomentar entre ellos los valores culturales relacionados con la cosecha del copal.

Sin embargo, hacen falta estudios que respalden y justifiquen aspectos como: 1) el impacto en las poblaciones de copal por las formas locales de extracción de la resina; 2) la capacidad de producción de los árboles de copal; 3) la recuperación de poblaciones de copal mediante su propagación y reforestación; 4) los acuerdos locales construidos a partir de las relaciones socioculturales, económicas y ecosistémicas existentes para el aprovechamiento del copal; y 5) la organización de los copaleros de la región ante la demanda en los mercados de copal.

Referencias

- Gadea-Noguerón, R. 2011. *Aprovechamiento de los recursos naturales en la comunidad rural de El Limón de Cuauchichinola, Municipio de Tepalcingo, Morelos*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias-UAEM, Cuernavaca.
- Guízar, E. y A. Sánchez. 1991. *Guía para el reconocimiento de los principales árboles del alto Balsas*. Dirección de Ciencias Forestales-UACH, México.
- Linares, E. y R. Bye. 2008. El copal en México. *Biodiversitas* 78:8-11.
- Maldonado, B. 1997. *Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla, Morelos, México*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias-UNAM, México.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Manejo forestal

José Antonio Sierra Huelsz, Leonardo Alejandro Beltrán Rodríguez, José Juan Blancas Vázquez y Belinda Josefina Maldonado Almanza

Introducción

Morelos ocupa el lugar 29 a nivel nacional por el volumen de su producción maderable, debido a que su superficie de bosques y selvas es de apenas 168 327 ha (Madrid *et al.* 2009), por lo cual generalmente no se le reconoce por su vocación forestal (IMCO 2014). Sin embargo, estos indicadores demeritan la importancia estratégica de estos ecosistemas en la región, de su diversidad biológica, así como del valor que estos recursos tienen para sus habitantes (Monroy y Monroy 2004, Maldonado *et al.* 2013).

En este capítulo se abordan distintos aspectos del manejo forestal en la entidad, desde una perspectiva histórica. Asimismo, se hace énfasis en los distintos aspectos del aprovechamiento con fines comerciales, de 1996 a 2016, con el objetivo de reconocer la evolución del manejo, las oportunidades, y las limitaciones para su sostenibilidad.

Contexto ambiental histórico del manejo forestal

Morelos es el tercer estado más pequeño del país, pero a pesar de su tamaño (4 878.9 km²) cuenta con una diversidad considerable de comunidades vegetales (Contreras-MacBeath *et al.* 2006, INEGI 2015a). Desde el punto de vista forestal pueden distinguirse dos regiones en el estado, cuyas diferencias en la vegetación dominante han conllevado importantes contrastes en el manejo de sus recursos (Ávila-Sánchez 2001, 2002, SEMARNAT y CONAFOR 2014).

La primera región se ubica en la zona norte, abarca cerca de 15% de la superficie estatal, y en ella dominan los bosques templados (de coníferas, encinares, bosques mixtos y mesófilos de montaña; Ávila-Sánchez 2001, 2002).

En lo que respecta a la segunda zona, ésta comprende el resto del territorio siendo la vegetación más abundante las selvas tropicales estacionales (sbc), en diferentes fases de sucesión (Trejo y Hernández 1996). Por las diferencias que hay, dentro de esta zona se reconocen dos áreas. La primera incluye los grandes valles del centro del estado, donde se concentran las mayores áreas urbanas y gran parte de las actividades agrícolas, y está asociada a manchones de sbc que cubren una menor extensión (Contreras-MacBeath *et al.* 2006). Al sur de la entidad se encuentra la segunda área, en la que dominan las serranías con superficies relativamente grandes de sbc (Trejo y Hernández 1996, Contreras-MacBeath *et al.* 2006).

Estos patrones de distribución de la vegetación son el principal factor detrás de las dinámicas de manejo de los recursos forestales en Morelos. Mientras que en los bosques de coníferas es posible obtener madera aserrada de grandes dimensiones, en la sbc los árboles son pequeños y muy ramificados para producir madera aserrada a nivel comercial. Así, en la sbc se destaca la importancia comercial de los productos forestales no maderables, además de la madera de pequeñas dimensiones, que se utiliza en postes y leña.

De la superficie de Morelos, 34.6% son bosques y selvas (Madrid *et al.* 2009), de la cual una gran parte se compone de vegetación secundaria (SEMARNAT y CONAFOR 2014). En la selva baja caducifolia la vegetación secundaria alcanza 94.77% de su superficie (de un total de 138 119 ha), mientras que, en los bosques templados, en distintas etapas sucesionales, representa 61.45% (de un total de 67 209 ha; SEMARNAT y CONAFOR 2014). La baja cobertura forestal y la predominancia de la vegetación secundaria están asociadas, en gran medida, a la importante tradición agrícola del estado, que históricamente demandó el cambio en el uso del suelo (Ávila-Sánchez 2001, 2002).

Sierra-Huelsz, J.A., L. Beltrán-Rodríguez, J. Blancas y B. Maldonado. 2020. Manejo forestal. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 37-50.

Los suelos fértiles de los valles se deforestaron hace varios siglos, de hecho, a principios del siglo xvi, estas áreas suministraron algodón y otros productos agrícolas a Tenochtitlán (Smith 1994). Durante la Colonia y hasta la primera década del siglo xx, el auge de las haciendas marcó otro importante periodo de expansión agrícola y ganadera (Ávila-Sánchez 2002).

Aunado a esto, la creciente urbanización ha reducido tanto la superficie agrícola como la forestal (Ávila-Sánchez 2001). A lo largo de la historia del estado, la pérdida de bosques y selvas ha sido significativa; por ejemplo, para 1989 ya se había desaparecido 61.5% de la superficie de sbc (Trejo y Dirzo 2000). Sin embargo, también existen áreas donde el abandono de las actividades agropecuarias permitió la repoblación natural de la vegetación (SEMARNAT y CONAFOR 2014, López-Medellín *et al.* 2017).

Los bosques y las selvas de Morelos han sido aprovechados tanto de manera comercial como para el autoconsumo. Si bien, los usos comerciales varían enormemente con el surgimiento y la caída de los mercados, el uso local de los productos forestales se asocia, por lo general, a una larga historia de interacción entre comunidades y plantas, lo cual genera un valioso acervo de conocimientos y prácticas ecológicas tradicionales (Ávila-Sánchez 2002, Monroy y Monroy 2004). Es así, que ciertos recursos forestales tradicionales se comercializan, como es el caso de varias plantas medicinales (véase *Panorama general de la flora medicinal* en esta obra).

A lo largo de la historia de Morelos, la demanda comercial impactó sobre el manejo de los productos forestales. A principios del siglo xvi, en Cuauhnáhuac (hoy Cuernavaca), se extraían grandes cantidades de corteza de amate para la elaboración de códices (Berdan *et al.* 1996).

Durante la Colonia, las haciendas requirieron leña y carbón como combustible para sus ingenios y trapiches (Ávila-Sánchez 2002). Posteriormente, la construcción de ferrocarriles demandó materias primas de los bosques del norte del estado, incluyendo madera para durmientes, leña y carbón (Ávila-Sánchez 2002).

Mientras que en algunos casos la demanda de productos se relacionó a los mercados regionales, hubo otros recursos forestales que se exportaron. Por ejemplo, hacia finales del siglo xix y durante la primera mitad del xx, en los límites entre Morelos, Guerrero y Puebla se obtenían grandes cantidades de aceite esencial de

la madera de linaloe (*Bursera linanoe*) destinadas al mercado internacional para la preparación de perfumes (Hersch-Martínez y Glass 2006).

Manejo y uso tradicional

Dentro de las comunidades, muchas veces con fines de subsistencia, generalmente se maneja y utiliza una gran diversidad de plantas, mucho mayor a la cantidad que es aprovechada comercialmente. Tal es el caso de las selvas bajas del sur de la entidad, donde se conocen los usos de más de 50% de la flora. Por ejemplo, más de 120 especies de árboles tienen algún uso (apéndice 54; Maldonado 1997).

Además de su uso como leña, las especies maderables también se emplean como postes para cercos, en la construcción de viviendas tradicionales, en la elaboración de artículos de labranza, muebles y utensilios para el hogar (cuadro 1). Asimismo, el enorme conocimiento tradicional que las comunidades tienen de sus recursos hace que puedan existir varios fines para una misma especie de manera local, mientras algunas plantas sólo son extraídas de la vegetación natural, otras son protegidas, favorecidas o incluso cultivadas (González-Insuasti *et al.* 2007).

Evolución de la gobernanza forestal

Como resultado de la Reforma agraria postrevolucionaria (1911 a 1992), 60% de los bosques y selvas en México pertenecen a ejidos y comunidades (Warman 2003, Madrid *et al.* 2009), específicamente para el estado la proporción alcanza 85.7% (Madrid *et al.* 2009). Sin embargo, el manejo que se realiza por los propietarios forestales está influenciado por diversas políticas que repercuten en el acceso a los recursos forestales.

La Ley Forestal de 1926 promovía que las comunidades condujeran el aprovechamiento de sus bosques, pero este impulso duró poco tiempo (Paz-Salinas 2005, Bray *et al.* 2007). Durante la década de 1930, se crearon los parques nacionales El Tepozteco, Lagunas de Zempoala e Iztaccíhuatl-Popocatepetl, y se excluyeron algunas áreas del norte del estado del aprovechamiento forestal legal (Paz-Salinas 2005).

En los cuarenta, con dos políticas que se dieron de manera paralela, se pretendía aumentar la producción industrial de madera a nivel nacional. La primera de éstas,

Cuadro 1. Principales especies con usos maderables de la selva baja caducifolia de Morelos.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Construcción de Vivienda	Enseres domésticos	Instrumentos de labranza	Importancia económica	Otros usos
Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	Cuachalalate				Corteza y tallo	Medicinal cercos vivos y artesanal
	<i>Comocladia engleriana</i>	Teclatía	Tallo			Cercos vivos	Postes para cercar potreros o áreas agrícolas
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Cuatecomate, cirrián		Tallo	Tallo	Tallo y fruto	Artesanal y medicinal
	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Tlamiahual, rosa morada			Tallo		
Burseraceae	<i>Bursera bipinnata</i>	Copal chino				Tallo y resina	Medicinal y extracción de resina
	<i>B. copallifera</i>	Copal manso		Tallo		Resina y tallo	Medicinal, extracción de resina y leña
Cactaceae	<i>Stenocereus</i> spp.	Órgano	Haces vasculares lignificados				
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce, palo azul	Tallo			Tallo	Leña, postes para cercar potreros o áreas agrícolas
	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Palo de Brasil	Tallo	Tallo			Medicinal y leña
	<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje colorado	Tallo		Tallo		Alimento
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	Tallo				Leña
	<i>L. divaricata</i>	Tepemexquite, tlahuítol	Tallo				Leña
	<i>Mimosa benthamii</i>	Tecolhuixtle	Tallo			Tallo	Leña y postes para cercar potreros o áreas agrícolas
	<i>Zapoteca</i> sp.	Vara negra	Tallo			Tallo	Tutor
Fagaceae	<i>Quercus glaucooides</i>	Encino prieto		Tallo		Tallo	Medicinal y leña
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	Palo justero			Tallo		
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche, nananche			Tallo	Fruto	Medicinal
Malvaceae	<i>Ceiba</i> sp.	Pochote de mayo	Tallo		Tallo		Alimento
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Zopilote, caobilla	Tallo			Tallo	Medicinal
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba			Tallo y ramas	Fruto y hojas	Alimento y medicinal
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Zocón, palo verde	Tallo		Tallo y ramas		
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	Chapulixtle	Tallo			Tallo y ramas	Tutores de cultivos de jitomate y pepino
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cualote	Tallo	Tallo	Tallo y ramas	Fruto	Medicinal y forrajero

Fuente: elaboración propia con datos de Maldonado 1997, Maldonado et al. 2013.

permitida por la nueva Ley Forestal de 1940, consistió en el establecimiento de concesiones, particulares y paraestatales, para el aprovechamiento de grandes áreas de forestales (Paz-Salinas 2005). La segunda fue el decreto de vedas que prohibían la extracción de madera en áreas no concesionadas (Paz-Salinas 2005). Con esto, durante varias décadas, los propietarios quedaron excluidos del aprovechamiento forestal maderable (Bray *et al.* 2007).

La mayoría de las concesiones concluyeron al promulgarse la nueva Ley Forestal de 1986 (Bray *et al.* 2007), mientras que las vedas fueron levantadas en distintos momentos en cada región. El fin de las concesiones permitió, en algunos casos, el desarrollo de empresas forestales comunitarias y, en otros, generó descontrol en el manejo de los recursos forestales (Paz-Salinas 2005, Bray *et al.* 2007).

En el norte de Morelos, dos compañías papeleras tuvieron concesiones forestales, una en los bosques de Tlalnepantla y parte de Huitzilac, y la otra en Tetela del Volcán (Paz-Salinas 2005, Hernández-García y Granados-Sánchez 2006), mientras que los bosques no concesionados fueron vedados.

Esta situación, aunada a los conflictos de linderos entre comunidades, limitó la posibilidad de los habitantes de manejar sus bosques legalmente (Paz-Salinas 2005). Además, estos factores contribuyeron a que el aprovechamiento forestal ilegal surgiera en algunas comunidades como estrategia de subsistencia (Estrada-Iguíniz 2002, Paz-Salinas 2005).

En contraste, en el sur del estado, la SBC recibió escasa atención del sector forestal y fueron las políticas de promoción agrícola y ganadera las que más impactaron en su manejo, a lo largo del siglo xx y hasta la década de 1990 (Ávila-Sánchez 2001, Durand 2010).

Esto comenzó a cambiar cuando, en los noventa, las políticas ambientales ampliaron su visión de la biodiversidad, para incluir a las selvas estacionales y a los productos forestales no maderables en la agenda de la conservación (Soberón 1999, Illsley-Granich *et al.* 2010). El decreto de la sierra de Huautla como Reserva de la Biósfera en 1999 (Dorado *et al.* 2005), fue un factor relevante que aumentó la atención gubernamental a los ecosistemas tropicales secos en el estado.

Durante la primera década del siglo xxi, el gobierno estatal buscó consolidar su política forestal a través de diversos instrumentos, entre los que destaca la Ley

de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Morelos (Gobierno del Estado de Morelos 2007). Sin embargo, el manejo forestal aún enfrenta grandes retos a nivel estatal y, en términos generales, se considera que está poco organizado (Gobierno del Estado de Morelos 2013, IMCO 2014).

De hecho, se estima que la extracción ilegal de madera representa alrededor de 50% del volumen total aprovechado en el estado (SEMARNAT *et al.* 2013), y algunas áreas son consideradas como focos rojos (CONAFOR 2004).

No obstante, también existen algunos ejemplos de comunidades (o ejidos) que destacan positivamente por sus esfuerzos en el manejo forestal responsable (Purata 2008, Gobierno del Estado de Morelos 2013, observación personal). Por ejemplo, en el sur de Morelos destacan los ejidos de Chimalacatlán (Tlaquiltenango), por la producción de aceite esencial de frutos de linaloe (Purata 2008, Gobierno del Estado de Morelos 2013), y Los Sauces y Pitzotlán (Tepalcingo), por el aprovechamiento de la resina de copal (observación personal). Asimismo, a nivel regional existe un impulso para mejorar el manejo y la comercialización del cuachalalate (*Amphipterigym adstringens*; CONAFOR 2009).

En la actualidad, 57.35 % de la superficie forestal del estado se considera como zona de conservación, y sólo 29.32% es zona de producción de alta y media productividad. Aunque las áreas consideradas como zonas de producción son más extensas, esta categoría incluye en gran parte áreas adecuadas para establecer plantaciones y áreas preferentemente forestales (actualmente, no tienen cobertura ni están bajo manejo forestal).

Aprovechamiento y manejo forestal

A continuación, se presentan algunos elementos importantes para comprender el manejo forestal en la entidad, incluyendo la producción y los mercados de productos forestales, la silvicultura, el manejo del fuego, así como enfermedades y plagas forestales.

Producción forestal

Antes de 2004, la producción forestal autorizada en Morelos correspondía únicamente a los bosques templados y fue, hasta entonces, que las selvas se incluyeron en los programas de manejo forestal (figura 1).

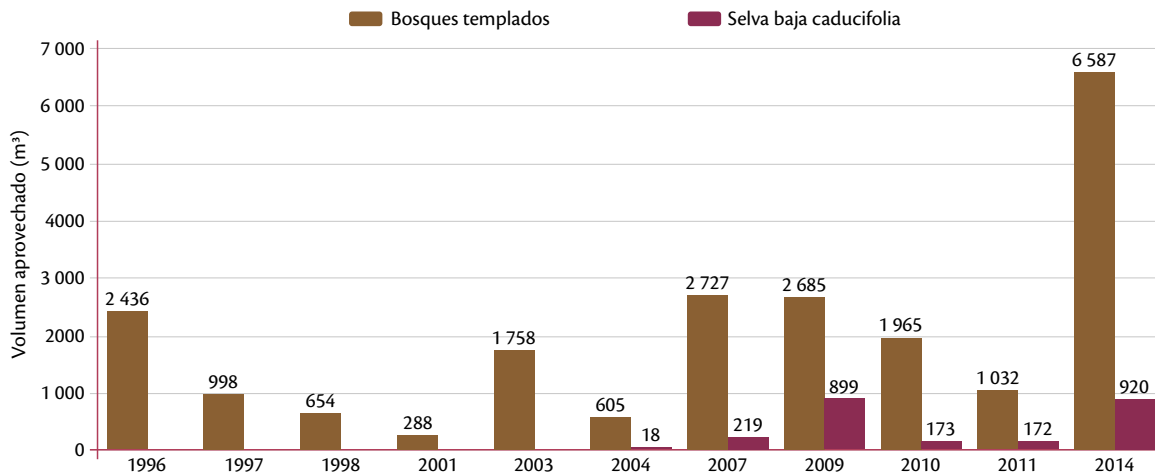


Figura 1. Producción maderable anual en bosque templado y selva baja caducifolia en Morelos de 1996 a 2014. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 1997-1999, 2002-2005, 2008, 2010-2012, 2015b.

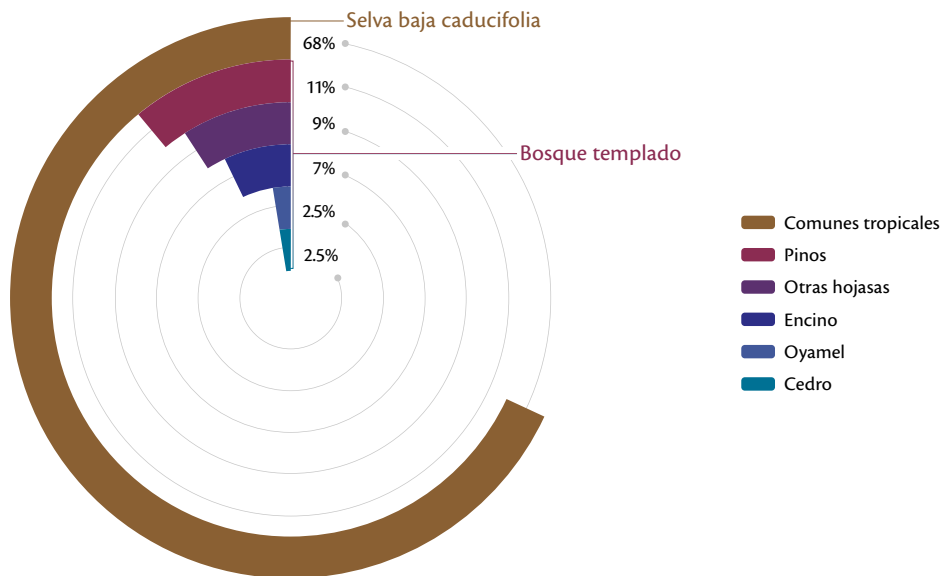


Figura 2. Autorizaciones efectuadas en 2016 para el aprovechamiento de productos forestales maderables en Morelos, entre paréntesis se incluye el número de autorizaciones en cada caso. Fuente: elaboración propia con datos de SEMARNAT 2016.

Desde entonces han aumentado las autorizaciones para el aprovechamiento maderable (figura 2) y no maderable (figura 3), y superado a las otorgadas para los bosques templados (figura 4). A pesar del aumento de las autorizaciones otorgadas en selvas, el aprovechamiento que se reporta en ellas es mínimo, ya que sólo alcanza 3% de los 21 117 m³ de madera autorizados en 2014.

En total, existen 30 predios con autorizaciones de aprovechamiento forestal maderable en selva baja

caducifolia y cinco autorizaciones en bosques templados (SEMARNAT 2016). Por su parte, existen 11 predios con autorizaciones de aprovechamiento forestal no maderable en SBC y cuatro autorizaciones en bosques templados (SEMARNAT 2016). Cabe señalar que, en algunos casos, las autorizaciones pueden incluir el aprovechamiento de varios productos o especies (SEMARNAT 2016).

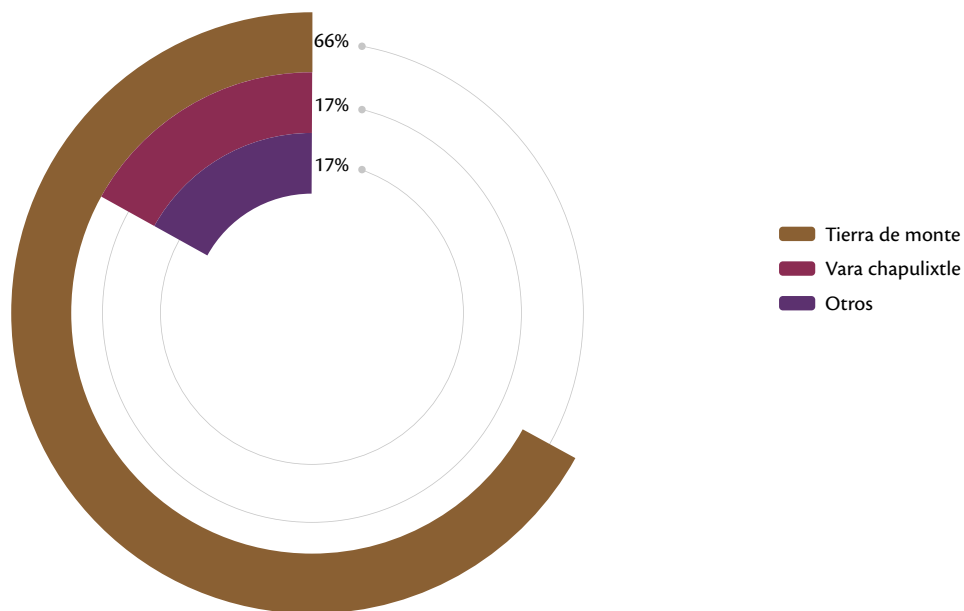


Figura 3. Distribución porcentual de autorizaciones aprobadas en 2016 para el aprovechamiento de productos forestales no maderables en bosques templados de Morelos. Se incluyen los tallos de *Dodonaea viscosa*, conocidos como vara de chapulixtle, los cuales se utilizan como tutores de soporte para cultivos hortícolas como el jitomate o el pepino. Fuente: elaboración propia con datos de SEMARNAT 2016.

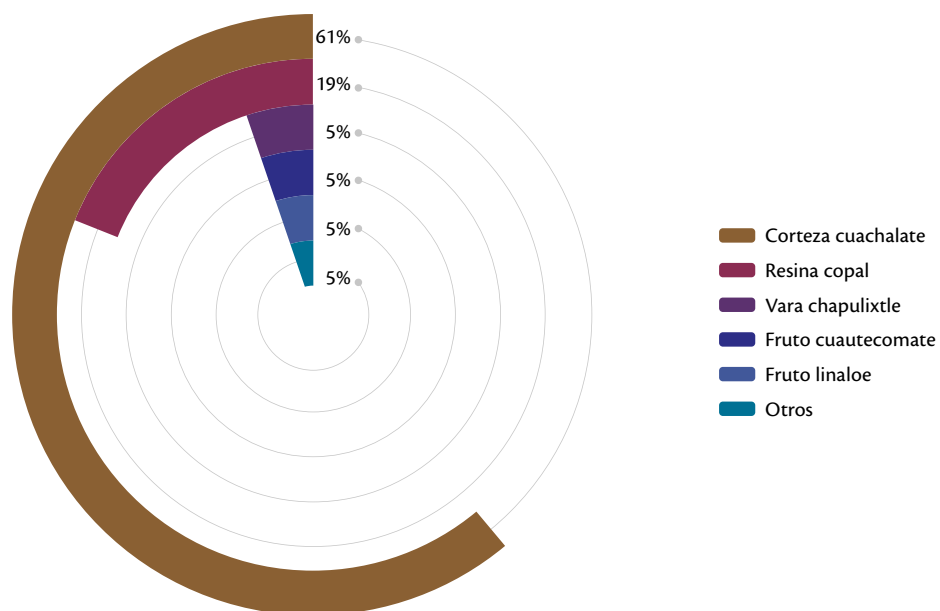


Figura 4. Distribución porcentual de autorizaciones aprobadas en 2016 para el aprovechamiento de productos forestales no maderables en SBC en Morelos. Fuente: elaboración propia con datos de SEMARNAT 2016.

Producción maderable

En los bosques templados, la producción maderable se concentra en varias especies de pino (principalmente, *Pinus ayacahuite*, *P. montezume*, *P. pseudostrobus* y *P. teocote*), oyamel (*Abies religiosa*), cedro blanco (*Cupressus lusitanica*) y, en menor medida, encinos (*Quercus* spp.).

Alrededor de 84% del volumen aprovechado (de un total 6 525 m³) se utiliza para escuadría (tablas de diversas dimensiones) y el resto se destina para obtener leña y en la producción de celulosa (INEGI 2015b). Además de los aprovechamientos programados, la madera de los árboles enfermos o muertos que son derribados para el saneamiento, también se cuenta en la producción.

En la SBC, la leña y los postes usados para delimitar áreas agrícolas y potreros son los principales productos maderables y se aprovechan tanto en el autoconsumo como para abastecer el mercado regional (Maldonado *et al.* 2013, INEGI 2015b). Las principales especies utilizadas como leña son: tlahuítol (*Lysiloma divaricata*), tepeguaje (*L. acapulcense*), cubata blanca (*Acacia pennatula*) y tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*). Como poste se usa esta última, además de la teclatía (*Comocladia engleriana*) y el palo dulce (*Eysenhardia polystachia*).

En Morelos, como en otras regiones del país, la producción de jitomate genera una importante demanda de varas tutoras, las cuales se obtienen de bosques y selvas (Rendón-Carmona *et al.* 2013). En el estado, las especies destinadas para este fin son el oyamel (*Abies religiosa*), el cedro blanco (*Cupressus lusitanica*) y el cuilote (*Salix paradoxa*), provenientes de los bosques templados, así como el chapulixtle (*Dodonaea viscosa*), que es cosechado en vegetación natural alterada y en plantaciones, tanto de zonas templadas como tropicales (SEMARNAT 2016).

Producción no maderable

La tierra de monte extraída de los bosques de pino-encino y zacatonales, al norte de la entidad, es el principal producto forestal por el volumen aprovechado (23 444 t en 2014) y su valor económico (13.9 millones de pesos; Boyás-Delgado *et al.* 2001, INEGI 2015b). De hecho, la tierra de monte coloca a Morelos como uno de los estados con mayor volumen de producción forestal no maderable, el cual es muy superior a todos los demás productos forestales del estado (7.3 millones de pesos; INEGI 2015b).

La tierra de monte se ocupa como sustrato para un importante sector de viveros de plantas de ornato, así como para la jardinería residencial (Boyás-Delgado *et al.* 2001).

Para su manejo y regulación, en años recientes se dividió la tierra de monte en dos categorías: tierra de hoja y tierra de banco. La primera incluye, principalmente, hojarasca; mientras que en la segunda se encuentra suelo mineral con un alto contenido de materia orgánica (conocido como horizonte A en la secuencia horizontal de estratos del suelo).

La sostenibilidad del aprovechamiento de la tierra de monte es cuestionada, especialmente la extracción de tierra de banco que es considerada como no renovable (Boyás-Delgado *et al.* 2001, Merino *et al.* 2008). Sin embargo, la importancia de la tierra de monte en la economía local de municipios como Huitzilac hace necesaria la realización de estudios más detallados y, en su caso, el apoyo de alternativas a esta actividad.

Por otro lado, en las comunidades rurales la extracción de plantas medicinales es importante para el autoconsumo, el cuidado de la salud y por ser una estrategia complementaria de ingresos (Hersch-Martínez *et al.* 2004). Una gran diversidad de especies y de partes vegetales (hojas, cortezas, frutos, raíces, tallos, flores, etcétera) tienen usos medicinales.

La cuenca del Balsas, en particular la región donde confluyen Morelos, Puebla y Guerrero, es la principal área de recolección de plantas medicinales del país (Hersch-Martínez 1995, 1997, Beltrán-Rodríguez *et al.* 2017). Más de 250 especies de plantas medicinales originarias de la cuenca se comercializan, algunas incluso a nivel internacional (Hersch-Martínez 1995, 1997, Beltrán-Rodríguez *et al.* 2017).

Dentro de esta gran diversidad de especies de plantas útiles presentes en las selvas morelenses, los programas de manejo forestal no maderable se centran principalmente en la corteza del cuachalalate (*A. adstringens*, figura 4), el cual es el recurso medicinal más comercializado a nivel nacional (Hersch-Martínez 1997, Beltrán-Rodríguez 2018), donde el estado es uno de los principales abastecedores, con 22.5 t/año (Solares-Arenas *et al.* 2012).

Por otro lado, como una alternativa a las estrategias más destructivas de producción del aceite esencial de linaloe, algunas comunidades del sur de Morelos lo obtienen al destilar frutos en lugar de madera (Hersch-Martínez y Glass 2006, Purata 2008).

Asimismo, Huajintlán (en el municipio de Amacuzac) es un ejemplo del papel que la tradición artesanal puede desempeñar en el aprovechamiento comercial de los productos forestales. En esta población, el fruto del cuatecomate o cirián (*Crescentia alata*) se utiliza en grandes cantidades para la elaboración de maracas (Solares-Arenas 2004). Los frutos se obtienen tanto de la sbc como de árboles aislados que son favorecidos en potreros y linderos.

En Morelos, el aprovechamiento forestal maderable y no maderable, se realiza casi siempre en bosques y selvas naturales, por lo que las plantaciones forestales tienen un papel muy limitado. En las zonas templadas destacan algunas plantaciones de árboles de navidad, sobre todo de *Pinus ayacahuite* (CONAFOR 2016a). Mientras que en las selvas sobresalen las plantaciones de pitaya (*Stenocereus stelatus*) para la producción de fruto (Pablo-Ríos *et al.* 2015).

Silvicultura

La silvicultura, comprendida como la teoría y práctica para controlar el establecimiento, la composición, el crecimiento y el desarrollo de los ecosistemas forestales para la continua producción de bienes y servicios (Smith *et al.* 2014), es aplicada de forma limitada en Morelos. Desde la época de las concesiones forestales (de 1947 a 1986; Islas-Gutiérrez *et al.* 1988), se utilizan principalmente métodos silvícolas de selección como el Método mexicano de ordenación de bosques irregulares (MМОBI).

Los métodos de selección son favorecidos en el estado, ya que requieren de poca inversión y mantienen la cobertura forestal al extraer pocos árboles por hectárea (Gobierno del Estado de Morelos 2013). Estas características hacen que se adopten por las pequeñas industrias forestales (comunales y privadas) que existen en el estado y que se apliquen en zonas de conservación como el área natural protegida Corredor Biológico Chichinautzin, donde los aprovechamientos tienen que cumplir con restricciones ambientales adicionales (Gobierno del Estado de Morelos 2013).

Los métodos de manejo incluyen prácticas silvícolas para el aprovechamiento y la conservación de algunas especies, en su mayoría pinos, como: regeneración artificial (por medio de la producción en vivero, en casos de reforestación), cortas de liberación y saneamiento,

podas y aclareos, y cortas de regeneración (principalmente selección; Gobierno del Estado de Morelos 2013).

Uno de los aspectos negativos de los sistemas de manejo usan es que, a largo plazo, los volúmenes de madera disponible generalmente disminuyen. Esto es común para las especies de pino que requieren condiciones de luz directa para crecer y tienen poco éxito en las condiciones de sombra creadas por la extracción selectiva. Además, en la práctica, es común que con estos métodos se extraigan los mejores individuos, ya que éstos son los que pueden ser comercializados más fácilmente (Islas-Gutiérrez *et al.* 1988, Gobierno del Estado de Morelos 2013).

En las selvas morelenses, la silvicultura es aún más incipiente. La reciente incorporación de las selvas bajas caducifolias al manejo técnico, aunado a sus características ecológicas (alta diversidad de especies, individuos de diferentes edades, entre otras), limitan el desarrollo de la silvicultura en estos ecosistemas. En dichas selvas, la escala de manejo casi siempre es la de los individuos de las especies de interés y, en menor medida, el rodal (observación personal).

Por ejemplo, para el aprovechamiento de la corteza de cuachalalate se recomiendan algunas prácticas que incluyen: 1) diámetro mínimo de los árboles aprovechables; 2) limitar la profundidad del corte; 3) limitar el área de las placas de corteza extraídas para mantener cierta continuidad de tejidos vasculares; 4) cubrir el área de la incisión para reducir la deshidratación y agrietamiento de los tejidos; y 5) dejar al menos un año sin aprovechar el mismo árbol para favorecer su recuperación (Solares-Arenas y Gálvez-Cortés 2002).

Actualmente, se realizan investigaciones para entender el efecto del descortezamiento sobre la dinámica poblacional y regeneración del leño en poblaciones de cuachalalate y, con ello, proponer tasas de cosecha sostenibles (Beltrán-Rodríguez 2018).

Manejo del fuego

La mayoría de los incendios ocurren en el norte del estado y se asocian con actividades agrícolas como la preparación de terrenos para el pastoreo y la siembra (Gobierno del Estado de Morelos 2013, CEPAM 2015). También, en menor medida, la incidencia de este tipo de siniestros está relacionada con el cambio de uso del suelo, con el mal manejo de fogatas, la quema de basura,

los conflictos de límites y causas naturales (Gobierno del Estado de Morelos 2013, CEPCM 2015).

Por su extensión y por ocurrir cerca de áreas urbanas, algunos incendios tienen gran impacto mediático (Miranda 2016), pero no necesariamente causan un gran daño ecológico. Por ejemplo, en abril de 2016 se quemaron 244 ha en la zona forestal adyacente a Tepoztlán (Gobierno del Estado de Morelos 2016a). Después de controlarse el incendio, se constató que el daño al arbolado fue menor a 10%, ya que el fuego rastroso consumió principalmente arbustos y hojarasca, por lo que se pronosticó una rápida recuperación del bosque de pino (Gobierno del Estado de Morelos 2016b).

Durante más de 60 años se han dedicado grandes esfuerzos a evitar y controlar los incendios forestales con la destacada participación de brigadas de los distintos niveles de gobierno y de grupos comunitarios (Rodríguez-Trejo 1998, CONAFOR 2016b). Sin embargo, a pesar de los logros, el enfoque de supresión del fuego tiene severas limitaciones y cada temporada de secas continua la incidencia de incendios. Los avances en el estudio de la ecología del fuego permiten reconocer que el papel de este agente no es el mismo en los distintos ecosistemas.

Los bosques de pino, algunos bosques de encino, los zacatonales (pastizales de altura compuestos de *Muhlenbergia* spp. y *Festuca* spp.), entre otros, se consideran como ecosistemas dependientes del fuego, debido a que requieren de éste de manera periódica y moderada. Por ejemplo, muchas especies de pino tienen mecanismos para resistir al fuego (cortezas gruesas y capacidad de rebrote), presentan buena regeneración en las condiciones ambientales en sitios quemados e incluso algunas especies requieren de fuego para liberar sus semillas (condición conocida como serotinia; Rodríguez-Trejo 2008, CONAFOR 2010).

Por el contrario, la gran mayoría de las selvas (incluida la SBC), los bosques de oyamel (*Abies religiosa*), los bosques mesófilos de montaña y algunos bosques de encino son sensibles al fuego. En estos ecosistemas el fuego es poco frecuente y su efecto en la composición y estructura de la vegetación dependerá sobre todo de la intensidad del incendio (Miller y Kauffman 1998, Maass *et al.* 2002).

En ecosistemas dependientes del fuego, la supresión del mismo favorece la acumulación de combustibles (hojarasca y ramas muertas, principalmente). En algunos casos este combustible acumulado, deriva

en incendios difíciles de controlar, debido a que con frecuencia la copa de los árboles se quema y provoca la muerte del arbolado.

Consecuentemente, se tienen dos visiones contrastantes sobre el papel del fuego, que repercuten directamente en las prácticas aplicadas en campo. La primera es el esquema de supresión del fuego, históricamente promovida por las instituciones ambientales y el sector forestal. En dicho esquema se considera al fuego como un elemento siempre destructivo, externo al ecosistema y que bajo ninguna circunstancia es deseable, por lo que se intenta apagar todos los incendios (Fernandes 2015).

El manejo integral del fuego es la segunda visión, la cual se basa en evidencias recientes sobre el papel del fuego en los ecosistemas; gradualmente, está siendo integrada por diversos organismos y comunidades (Jardel *et al.* 2014, Fernandes 2015).

El manejo integral del fuego busca entender la dinámica natural de los ecosistemas, incluyendo la relación de sus especies con el fuego, así como las necesidades humanas asociadas a las actividades productivas como las quemadas agrícolas. Bajo este esquema, se considera al fuego no sólo como una amenaza, sino, en algunos casos, como una herramienta de manejo que puede ser útil para generar condiciones favorables para la regeneración de especies forestales, para reducir la disponibilidad de combustibles o para preparar de manera responsable terrenos agrícolas para su cultivo.

El manejo integral del fuego busca la protección de aquellos ecosistemas que sean especialmente sensibles o vulnerables al fuego, mientras que se integra este elemento como una herramienta útil para el manejo activo de los ecosistemas dependientes del mismo. Las quemadas forestales prescritas y las quemadas agrícolas controladas son algunas de las prácticas frecuentemente integradas bajo este esquema de manejo (Jardel *et al.* 2014, Fernandes 2015, Pérez-Salicip *et al.* 2016).

Desde 2007 inició a escala nacional, la transición del esquema de supresión de incendios forestales al manejo de fuego (CONAFOR 2010). En Morelos, esta transición aún necesita consolidarse, ya que existe resistencia de diversos actores (Asistencia Técnica para el Desarrollo Forestal Acosta y Asociados 2011). En este contexto, el fortalecimiento de las capacidades de los manejadores del fuego debería ir de la mano con estudios que busquen entender las prácticas locales actuales (Martínez-Torres *et al.* 2016, Pérez-Salicip *et al.* 2016),

además de informar al público en general sobre el papel del fuego en diferentes contextos.

Plagas y enfermedades

Durante el periodo 2010-2016, Morelos fue el tercer estado del país con menor presencia de plagas y enfermedades forestales (CONAFOR 2011, SEMARNAT 2016). Aun así, fue notorio el aumento de la superficie afectada, que pasó de 213 ha en 2011 a 1 070 ha en 2015, en donde los bosques templados del norte del estado fueron los que reportaron el mayor daño (SEMARNAT y CONAFOR 2014).

Los principales riesgos fitosanitarios fueron los descortezadores (*Dendroctonus* spp.), con alrededor de 450 ha afectadas entre 2010-2016, y las plantas parásitas epífitas, con casi 1 600 ha afectadas en el mismo periodo (SEMARNAT 2016).

El daño físico del arbolado por incendios debido a algunas prácticas de manejo, así como por las recurrentes interrupciones climáticas asociadas al cambio climático global, debilitan a los individuos e incrementan la vulnerabilidad de las masas forestales al ataque de otras plagas y enfermedades (Durán y Poloni 2014, SEMARNAT y CONAFOR 2014).

Conclusiones y recomendaciones

El manejo forestal es un elemento importante de las estrategias conservación de la biodiversidad (Burivalova *et al.* 2017). Cuando se practica de manera responsable, puede mantener de forma activa la cobertura de la vegetación nativa, además de proveer de diversos productos y servicios ecosistémicos.

Existe un creciente consenso en que el buen manejo y la conservación de la biodiversidad, así como el reparto justo de sus beneficios, requieren del empoderamiento y la participación sustantiva de los actores sociales locales (Villavicencio-Valdez *et al.* 2012). En este sentido, en los últimos 30 años en diversas regiones de México, el manejo forestal comunitario ha logrado consolidarse como una estrategia de desarrollo rural compatible con la conservación (Bray *et al.* 2007).

En la entidad, como en gran parte del país, la mayoría de las áreas forestales son propiedad de ejidos y comunidades. Históricamente, la política forestal y de conservación en el estado se basó en la exclusión de los actores

locales. Sin embargo, en contraste con otras regiones del país, en Morelos las inercias de políticas anteriores son un factor que limita la consolidación del manejo forestal comunitario.

El manejo forestal en Morelos se enfrenta a numerosos retos, entre ellos, la necesidad de un mayor reconocimiento de la importancia estratégica del manejo para la conservación. En el estado existen fuertes presiones para el cambio de uso del suelo, muchas veces asociadas al crecimiento urbano. Las áreas naturales protegidas, en algunos casos, favorecen y, en otros, desincentivan el manejo legal de los recursos forestales.

Asimismo, varios aspectos del manejo forestal requieren actualizarse y mejorarse, para integrar criterios técnicos y sociales. El manejo del fuego, la silvicultura, el aprovechamiento de la tierra de monte y la ganadería extensiva son ejemplos donde se requiere establecer colaboraciones que tomen como puntos de partida tanto el conocimiento y las percepciones locales, como la evidencia científica reciente (Alexiades *et al.* 2013, Martínez-Torres *et al.* 2016).

En este contexto, las estrategias de manejo forestal deben partir del reconocimiento de que en los bosques y selvas confluyen diferentes actores y actividades (Almeida *et al.* 2017). Un ejemplo de ello es la ganadería extensiva, que en el estado frecuentemente se desarrolla en áreas forestales. Si dentro del manejo forestal no se consideran de manera explícita estos otros usos, no se podrán establecer estrategias para reducir el daño del ganado sobre la vegetación forestal, la compactación del suelo, así como el manejo del fuego comúnmente asociado a la ganadería, entre otros (Almeida *et al.* 2017).

A pesar de los múltiples retos e inercias que enfrenta Morelos en materia forestal, las condiciones del estado también representan oportunidades para el desarrollo de redes de producción forestal sostenibles, basadas en la producción y consumo regional.

La corta distancia de los grandes mercados de productos forestales y su infraestructura carretera hacen que el estado tenga el potencial de ser competitivo en algunos nichos de mercado (SEMARNAT y CONAFOR 2014), especialmente si se desarrollan políticas de fomento a la producción y consumo regionales (Klooster y Mercado-Celis 2016).

La diversidad biocultural de la entidad es un rico sustrato para iniciativas locales de manejo basadas en el conocimiento tradicional y la innovación, que pueden

incluir tanto sistemas agroforestales como vegetación natural.

Aunque el sector forestal en Morelos es pequeño, existen importantes sectores productivos que demandan sus productos y los cuales potencialmente pueden contribuir a mejorar el manejo de éste. Tal es el caso de los viveros de plantas ornamentales, donde la colaboración con dicho sector podría incidir positivamente en el consumo y manejo responsable de la tierra de monte, así como en el fomento del uso de plantas nativas en la jardinería.

Del mismo modo, una importante producción hortícola demanda varas de soporte, las cuales provienen tanto de plantaciones, como de la vegetación natural del estado y cuyo uso puede fomentar prácticas silvícolas que mejoren la productividad forestal.

Referencias

- Alexiades, M.N., C.M. Peters, S.A. Laird *et al.* 2013. The missing skill set in community management of tropical forests. *Conservation Biology* 27(34):635-637.
- Almeida, L., H. Cotler, S. Cram *et al.* (eds.). 2017. *Memorias del Foro manejo adaptativo en áreas naturales protegidas de la Región Centro y Eje Neovolcánico*. CONANP/CI/Facultad de Ciencias-UNAM GFA-IUCN/GIZ/Instituto de Geografía-UNAM/WWF, México.
- Asistencia Técnica para el Desarrollo Forestal Acosta y Asociados. 2011. *Estudio regional forestal UMAFOR 1701*. México (inédito).
- Ávila-Sánchez, H. 2001. *La agricultura y la industria en la estructuración territorial de Morelos*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, México.
- . 2002. *Aspectos históricos de la formación de regiones en el estado de Morelos*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, México.
- Beltrán-Rodríguez, L. 2018. *Estructura, dinámica poblacional y regeneración del leño de Amphipterygium adstringens (Anacardiaceae) en el ejido El Limón, Morelos, México*. Tesis de doctorado en ciencias forestales. COLPOS, Montecillo.
- Beltrán-Rodríguez, L., F. Manzo-Ramos, B. Maldonado-Almanza *et al.* 2017. Wild medicinal species traded in The Balsas basin, Mexico: Risk analysis and recommendations for their conservation. *Journal of Ethnobiology* 37(4):743-764.
- Berdan, F., R.E. Blanton, E. Hill Boone *et al.* 1996. *Aztec imperial strategies*. Dumbarton Oaks, Washington.
- Boyás-Delgado, J.C., M.A. Cervantes-Sánchez, J.M. Javelly-Gurria *et al.* 2001. *Diagnóstico forestal del estado de Morelos*. Campo Experimental Zacatepec-INIFAP/Fundación Produce Morelos, A.C., México.
- Bray, D.B., L. Merino-Pérez y D. Barry (eds.). 2007. *Los bosques comunitarios de México. Manejo sustentable de paisajes forestales*. INE/SEMARNAT/CCMSS/Instituto de Geografía-UNAM/Florida International Institute, México.
- Burivalova, Z., F. Hua, L. Koh *et al.* 2017. A critical comparison of conventional, certified, and community management of tropical forests for timber in terms of environmental, economic, and social variables. *Conservation Letters* 10(1):4-14.
- CEPCM. Coordinación Estatal de Protección Civil Morelos. 2015. *Plan de contingencias incendios forestales 2015 Morelos*. En: <http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/670/PLAN_DE_CONTINGENCIAS_FORESTALES_2015.pdf>, última consulta: 20 de febrero de 2017.
- CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2004. *Dan uso social a madera derribada por tala clandestina en Lagunas de Zempoala*. En: <http://www.camafu.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/26_a_27_CONAFOR.pdf>, última consulta: 11 de mayo de 2018.
- . 2009. *Programa para la Integración de Cadenas Productivas*. En: <<http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/programa-para-la-integracion-de-cadenasproductivas.pdf>>, última consulta: 14 de septiembre de 2017.
- . 2010. *Conceptos básicos. Incendios forestales*. En: <<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/1076Conceptos%20b%C3%A1sicos%20-%20Incendios%20Forestales.pdf>>, última consulta: 20 de febrero de 2017.
- . 2011. *Superficie Forestal con tratamiento fitosanitario por agente causal en el estado de Morelos 2011*. En: <<http://187.218.230.5/mapas-reportes-y-estadisticas/estadisticas-de-los-programas-de-la-comision-nacional-forestal>>, última consulta: 14 de septiembre de 2017.
- . 2016a. *Directorio de productores de árboles de navidad*. En: <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171140/Directorio_productores_arboles_navidad_para_PDF.pdf>, última consulta: 20 de febrero de 2017.
- . 2016b. *Suma CONAFOR 100 brigadistas en Morelos para combatir incendios*. En: <<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/6901Suma%20CONAFOR%20100%20brigadistas%20en%20Morelos%20para%20combatir%20incendios.pdf>>, última consulta: 20 de febrero de 2017.
- Contreras-MacBeath, T., J.C. Boyás y F. Jaramillo. 2006. *La diversidad biológica en Morelos: Estudio del Estado*. CONABIO/UAEM, México.
- Dorado, O., B. Maldonado, D.M. Arias *et al.* 2005. *Programa de conservación y manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla*. CONANP, México.

- Durán, E. y A. Poloni. 2014. Escarabajos descortezadores. Diversidad y saneamiento en bosques de Oaxaca. *Biodiversitas* 117:7-12.
- Durand, L. 2010. Pensar positivo no basta. Actitudes en torno a la conservación en la reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, México. *Interciencia* 35(6):430-436.
- Estrada-Iguíniz, M. 2002. Cambio social y costumbres laborales: Contradicciones entre uso y protección del bosque en Huitzilac, México. *Mexican Studies* 18(2):323-350.
- Fernandes, P.M. 2015. Empirical support for the use of prescribed burning as a fuel treatment. *Current Forestry Reports* 1(2):118-127.
- Gobierno del Estado de Morelos. 2007. *Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del estado de Morelos*. Publicada el 5 de diciembre de 2007 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Última reforma publicada el 1 de marzo de 2017.
- . 2013. *Decreto por el que se expide el Programa de ordenamiento ecológico regional del estado de Morelos*. Publicado el 29 de septiembre de 2014 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- . 2016a. *Combate aéreo frena avance de incendio en Tepoztlán*. En: <<http://morelos.gob.mx/?q=prensa/nota/incendio-en-tepoztlan-dano-el-minimo-de-arboles>>, última consulta: 20 de febrero de 2017.
- . 2016b. *Incendio en Tepoztlán dañó el mínimo de árboles*. En: <<http://morelos.gob.mx/?q=prensa/nota/incendio-en-tepoztlan-dano-el-minimo-de-arboles>>, última consulta: 20 de febrero de 2017.
- González-Insuasti, M.S. y J. Caballero. 2007. Managing plant resources: How intensive can it be? *Human Ecology* 35(3):303-314.
- Hernández-García, M.A. y D. Granados-Sánchez. 2006. El parque nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl-Zoquiapan y el impacto ecológico-social de su deterioro. *Revista Chapingo* 12:101-109.
- Hersch-Martínez, P. 1995. Commercialization of wild medicinal plants from southwest Puebla, Mexico. *Economic Botany* 49(2):197-206.
- . 1997. Medicinal plants and regional traders in Mexico: Physiographic differences and conservational challenge. *Economic Botany* 51(2):107-120.
- Hersch-Martínez, P. y R. Glass. 2006. *Linaloe: un reto aromático, diversas dimensiones de una especie mexicana*. INAH, México.
- Hersch-Martínez, P., L. González-Chávez y A.F. Álvarez. 2004. Endogenous knowledge and practice regarding the environment in a Nahua community in Mexico. *Agriculture and Human Values* 21(2):127-137.
- IMCO. Instituto Mexicano para la Competitividad. 2014. *Índice de competitividad forestal estatal 2014*. En: <http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2014/07/Indice_Forestal_2014.pdf>, última consulta: 20 de febrero de 2017.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 1997. *Anuario estadístico del estado de Morelos 1997*. INEGI/Gobierno del Estado de Morelos, Aguascalientes.
- . 1998. *Anuario estadístico del estado de Morelos 1998*. INEGI/Gobierno del Estado de Morelos, Aguascalientes.
- . 1999. *Anuario estadístico del estado de Morelos 1999*. INEGI/Gobierno del Estado de Morelos, Aguascalientes.
- . 2002. *Anuario estadístico del estado de Morelos 2002*. INEGI/Gobierno del Estado de Morelos, Aguascalientes.
- . 2004. *Anuario estadístico del estado de Morelos 2004*. INEGI/Gobierno del Estado de Morelos, Aguascalientes.
- . 2005. *Anuario estadístico del estado de Morelos 2005*. INEGI/Gobierno del Estado de Morelos, Aguascalientes.
- . 2008. *Anuario estadístico del estado de Morelos 2008*. INEGI/Gobierno del Estado de Morelos, Aguascalientes.
- . 2010. *Anuario estadístico de Morelos 2010*. INEGI/Gobierno del Estado de Morelos, Aguascalientes.
- . 2011. *Anuario estadístico de Morelos 2011*. INEGI/Gobierno del Estado de Morelos, Aguascalientes.
- . 2012. *Anuario estadístico de Morelos 2012*. INEGI/Gobierno del Estado de Morelos, Aguascalientes.
- . 2015a. *Panorama sociodemográfico de México. Distribución territorial*. En: <<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/Panorama2015/Web/Contenido.aspx#Morelos17000>>, última consulta: 16 de mayo de 2018.
- . 2015b. *Aprovechamiento forestal 2014*. En: <http://www.diputados.gob.mx/sedia/biblio/usieg/usieg_anu_est16/Morelos/Aprovechamiento%20forestal.xls>, última consulta: 20 de febrero de 2017.
- Islas-Gutiérrez, F., N. Elizalde del Castillo, E. Hernández-Vázquez. 1988. La silvicultura en los aprovechamientos maderables de la región central de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 63(13):3-14.
- Illsley-Granich, C., S.E. Purata, F. Edouard et al. 2010. Overcoming barriers in collectively managed NTFPs in Mexico. En: *Wild governance—finding policies that work for non-timber forest products*. S.A. Laird, R.J. McLain y R.P. Wynberg (eds.). Earthscan, Londres, pp. 205-228.
- Jardel, E.J., D. Pérez-Salicrup, E. Alvarado y J.E. Morfín-Ríos. 2014. *Principios y criterios para el manejo del fuego en ecosistemas forestales: guía de campo*. CONAFOR, México.
- Klooster, D. y A. Mercado-Celis. 2016. Sustainable production networks: capturing value for labour and nature in a furniture production network in Oaxaca, Mexico. *Regional Studies* 50(11):1889-1902.

- López-Medellín, X., L.B. Vázquez, D. Valenzuela-Galván *et al.* 2017. Percepciones de los habitantes de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla: hacia el desarrollo de nuevas estrategias de manejo participativo. *Interciencia* 42(1):8-16.
- Maass, J., V. Jaramillo, A. Martínez-Yrizar *et al.* 2002. Aspectos funcionales del ecosistema de selva baja caducifolia en Chamela, Jalisco. En: *Historia natural de Chamela*. F. Noguera, J. Vega, A. García y M. Quesada (eds.). Instituto de Biología-UNAM, México, pp. 526-541.
- Madrid, L., J.M. Núñez, G. Quiroz y Y. Rodríguez. 2009. La propiedad social forestal en México. *Investigación ambiental. Ciencia y política pública* 1(2):179-196.
- Maldonado, B. 1997. *Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla, Morelos, México*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias-UNAM, México.
- Maldonado, B., J. Caballero, A. Delgado-Salinas y R. Lira. 2013. Relationship between use value and ecological importance of floristic resources of seasonally dry tropical forest in the Balsas river basin, México. *Economic Botany* 67(1):17-29.
- Martínez-Torres, H.L., A. Castillo, M.I. Ramírez y D.R. Pérez-Salicrup. 2016. The importance of the traditional fire knowledge system in a subtropical montane socio-ecosystem in a protected natural area. *International Journal of Wildland Fire* 25(9):911-921.
- Merino, L., J. Rodríguez, G. Ortiz y A. García. 2008. *Estudio estratégico sobre el sector forestal mexicano*. CCMSS, México.
- Miller, P.M. y J.B. Kauffman. 1998. Effects of slash and burn agriculture on species abundance and composition of a tropical deciduous forest. *Forest Ecology and Management* 103(2-3):191-201.
- Miranda, J. 2016. *Arden 244 hectáreas por incendio en El Tepozteco*. En: <<http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2016/04/8/arden-244-hectareas-por-incendio-en-el-tepozteco>>, última consulta: 20 de febrero de 2017.
- Monroy, C. y R. Monroy. 2004. Análisis preliminar de la dominancia cultural de las plantas útiles en el estado de Morelos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 74:77-95.
- Pablo-Ríos, N.P., A. Hernández-Tapia y J.A. Cruz-Rodríguez. 2015. Efecto del sombreado en el ataque del picudo (*Cactophagus spinolae*) en plantas de pitayo (*Stenocereus stellatus*) en Pizotlán, Morelos, México. En: *Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología*. La Plata, Argentina.
- Paz-Salinas, M.F. 2005. *La participación en el manejo de áreas naturales protegidas: actores e intereses en conflicto en el Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, México.
- Pérez-Salicrup, D.R., M. Cantú-Fernández, P.F. Jaramillo-López *et al.* 2016. Restauración de un proceso: el fuego en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca en los estados de México y Michoacán. En: *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. E. Ceccon y C. Martínez-Garza (coords.). Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM/UAEM/CONABIO, Cuernavaca, pp. 215-234.
- Purata, S.E. 2008. *Uso y manejo de los copales aromáticos: resinas y aceites*. CONABIO/Red de Aprendizaje, Intercambios y la Sistematización de Experiencias hacia la Sustentabilidad, México.
- Rendón-Carmona, H., A. Martínez-Yrizar, J.M. Maass *et al.* 2013. La extracción selectiva de vara para uso hortícola en México: Implicaciones para la conservación del bosque tropical caducifolio y sus recursos. *Botanical Sciences* 91(4):493-503.
- Rodríguez-Trejo, D.A. 1998. A brief history of forest fires in Mexico. *International Forest Fires News* 19:32-35.
- . 2008. Fire regimes, fire ecology, and fire management in Mexico. *Ambio* 37(7):548-556.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2016. *Autorizaciones de aprovechamiento forestal*. México (inédito).
- SEMARNAT y CONAFOR. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional Forestal. 2014. *Inventario estatal forestal y de suelos-Morelos 2013*. SEMARNAT/CONAFOR, México.
- SEMARNAT, Gobierno del Estado de Morelos y UAEM. 2013. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno del Estado de Morelos, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 2013. *Programa ordenamiento ecológico regional del estado de Morelos, memoria técnica*. SEMARNAT/Gobierno del Estado de Morelos/UAEM, México.
- Smith, D., B. Larson, M. Kelty y M. Ashton. 2014. *The practice of silviculture: applied forest ecology*. John Wiley and Sons, Nueva York.
- Smith, M.E. 1994. Economies and politics in Aztec-period Morelos: ethnohistoric introduction. En: *Economies and politics in the Aztec realm*. M. Hodge y M.E. Smith (eds.). Institute of Mesoamerican Studies, Albany, pp. 313-348.
- Soberón, J. 1999. Epilogo. En: *La defensa de la tierra del jaguar: una historia de la conservación en México*. L. Simonian. SEMARNAP/ Instituto Nacional de Ecología/Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, pp. 251-258.
- Solares-Arenas, F. 2004. Etnobotánica y usos potenciales del cirrián (*Crescentia alata*, HBK) en el estado de Morelos. *Polibotánica* 18:13-31.
- Solares-Arenas, F. y M.C. Gálvez-Cortés. 2002. *Manual para una Producción Sustentable de Corteza de Cuachalalate (Amphipterygium adstringens Schiede ex Schlecht)*. Campo Experimental Zacatepec-INIFAP, México.
- Solares-Arenas, F., J. Vázquez y M.C. Gálvez-Cortés. 2012. Canales de comercialización de la corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens Schiede ex Schlecht.*) en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 3(12):29-42.

Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological conservation* 94(2):133-142.

Trejo, I. y J. Hernández. 1996. Identificación de la selva baja caducifolia en el estado de Morelos, México, mediante imágenes de satélite. *Investigaciones geográficas* 5:11-18.

Villavicencio-Valdez, G., E.N. Hansen y J. Bliss. 2012. Factors impacting marketplace success of community forest enterprises: the case of T1P muebles, Oaxaca, Mexico. *Small-scale Forestry* 11(3):339-363.

Warman, A. 2003. La reforma agraria mexicana: una visión de largo plazo. *Reforma agraria: Colonización y cooperativas* 2:85-94.

Uso del bagre del Balsas (*Ictalurus balsanus*), un recurso pesquero de pequeña escala comercial

Humberto Mejía Mojica, Mara Erika Paredes Lira y Eduardo Domínguez García

Introducción

En Morelos, como en el resto del país, la actividad pesquera se centra, principalmente, en las granjas de producción acuícola y, alternativamente, en la siembra o inoculación de crías de peces en los grandes cuerpos de agua de la entidad (Ibáñez *et al.* 2011).

En ambas actividades siempre se manejan especies no nativas, en particular los cíclidos africanos. Sin embargo, en la actividad pesquera tradicional ribereña, la cual ha recibido menor atención a pesar de ser una práctica de mayor tradición en el sector, la captura se basa en especies nativas como el bagre del Balsas (*Ictalurus balsanus*; Bartley *et al.* 2015).

En la entidad, las comunidades de pescadores ribereños continúan con esta actividad, no obstante, se enfrentan a diversas problemáticas, como la introducción de especies no nativas y la sobrepesca de las especies nativas. Esto último se debe a que no existe una regulación en la extracción de especies y a la mala planeación de los ciclos de captura, producto del desconocimiento de la capacidad de sostenimiento de la actividad pesquera. Todo lo anterior tiene como consecuencia final el agotamiento del recurso.

Producción pesquera en Morelos

Dentro del contexto nacional de la producción pesquera, el estado ocupa la posición 24, con un aporte aproximado de 1 658 t de peces en peso vivo (0.10% de la producción nacional; CONAPESCA 2013). Su actividad pesquera se centra en las granjas de producción acuícolas, donde se utilizan especies domesticadas traídas

de otras regiones del mundo para su cultivo. Es desde principios de 1960, que se realiza esta actividad por una idea infundada sobre el incremento de la producción pesquera de aguas continentales, desconocida desde ese entonces pues han sido escasos los esfuerzos por cuantificarla (Ramírez-Martínez *et al.* 2010).

Lamentablemente, dentro de los grupos de peces seleccionados para la acuicultura, muchos son considerados como especies riesgosas para la salud de los ecosistemas nativos, debido a su intervención en la degradación ambiental por ser depredadoras de especies endémicas o por transportar parásitos (Lowe *et al.* 2004).

La actividad pesquera morelense ha contado con programas de apoyo financiero enfocando sus esfuerzos en la producción de peces para el consumo, mediante la siembra de organismos cultivados directamente en los ecosistemas naturales, orientada hacia un único grupo de especies conocidas como mojarra (peces del género *Oreochromis* que representan el mayor volumen de la producción acuícola pesquera en Morelos; CONAPESCA 2013).

Estas estrategias de producción se han extendido a prácticamente todos los ecosistemas naturales, en un intento por conseguir un mejoramiento de la pesca (Ibáñez *et al.* 2011).

Pesca tradicional

Se considera como pesca tradicional aquella que se desarrolla de manera cotidiana en las riberas de los ríos y lagos, donde se pescan especies nativas de la región sin que éstas sean cultivadas (Bartley *et al.* 2015).

Mejía-Mojica, H., M.E. Paredes Lira y E. Domínguez García. 2020. Uso del bagre del Balsas (*Ictalurus balsanus*), un recurso pesquero de pequeña escala comercial. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 51-54.

La escasa o nula importancia otorgada a este tipo de pesca es una de las causas por las cuales no se tienen definidas las políticas de manejo sustentable sobre este recurso. Lo anterior se debe a que se considera que las pesquerías de especies nativas no son significativas, lo cual no es necesariamente cierto: las diversas culturas del México prehispánico se distinguieron por el consumo de una amplia variedad de peces y otros organismos dulceacuícolas, como acociles y ajolotes, situación que se ha mantenido hasta nuestros días (Azúa y Galicia 2014).

En el medio rural se capturan todo tipo de peces para el consumo humano, desde potetes (Poecilidos), hasta bagres (Ictalúridos), sin importar el tamaño y aspecto de los ejemplares (Contreras-MacBeath 1996).

La actividad pesquera y el consumo del bagre en la comunidad de Xicatlacotla

Dentro de las especies endémicas de peces de agua dulce de la cuenca del río Balsas se encuentra el bagre o pez gato (*Ictalurus balsanus*, figura 1). Esta especie de hábitos nocturnos, puede alcanzar tallas muy cercanas a un metro de longitud y pesar hasta 12 kg, por lo cual es muy apreciada por los pescadores de las comunidades ribereñas, quienes la capturan para su consumo o para comercializarla en los mercados regionales (figura 2; Paredes-Lira 2013, Domínguez-García 2015).

En Morelos, la actividad pesquera a partir de esta especie de bagre se desarrolla con mayor esfuerzo en las zonas bajas del río Amacuzac, que es un afluente del río Balsas. En la pequeña comunidad de Xicatlacotla, en el municipio de Tlaquiltenango, un grupo de 43 pescadores, no profesionales, realiza actividades pesqueras de forma tradicional durante todo el año; esto ocasiona la captura de manera intensa del bagre del Balsas (figura 3; Paredes-Lira 2013, Domínguez-García 2015).

El volumen de captura anual registrado en esta localidad, durante 2014 y 2015, se aproximó a un total de 1 494.93 kg de peso vivo de bagre. El mes con la mayor producción pesquera fue enero de 2015, cuando se obtuvieron 359 individuos, con un peso total de 176.82 kg. La talla del ejemplar más pequeño capturado fue de 18 cm, mientras que el más grande correspondió a un pez de 86 cm. Sin embargo, este tipo de organismos son excepcionales en su talla pues, en promedio, ésta comprende peces de 34 ± 7 cm, con un peso de 470 ± 70 g (Paredes-Lira 2013, Domínguez-García 2015).



Figura 1. Bagre del Balsas (*Ictalurus balsanus*), capturado para su comercialización. Foto: Humberto Mejía Mojica.



Figura 2. Grupo de bagres a la venta en un mercado local de la comunidad de Xicatlacotla. Foto: Humberto Mejía Mojica.



Figura 3. Ejemplares de bagre del Balsas (*Ictalurus balsanus*) pescados a través de métodos tradicionales. Foto: Mara Erika Paredes Lira.

La producción pesquera anual promedio de la localidad se aproxima a la tonelada y media que, dividida entre los 43 pescadores, representa un promedio de 35 kg de peces capturados por persona. Si el kilogramo de bagre se paga a 50 pesos, la ganancia promedio es de 1 750 pesos anuales por pescador (Paredes-Lira 2013, Domínguez-García 2015).

Sin embargo, la actividad de los pescadores se detiene o se vuelve menos intensa en algunas épocas del año, principalmente en la temporada de lluvias, cuando la captura de los bagres se torna más complicada y riesgosa para los pescadores por el volumen de agua que arrastra la corriente del río Amacuzac en esa región.

De los 43 pescadores de Xicatlacotla, sólo siete se dedican activamente a la pesca de manera cotidiana; el resto desarrolla esta actividad sólo por temporadas o de forma ocasional (Paredes-Lira 2013, Domínguez-García 2015). Cabe señalar que quienes llevan a cabo esta labor son los hombres, aunque las mujeres son las encargadas de negociar y comercializar el producto obtenido de la pesca (Paredes-Lira 2013, Domínguez-García 2015).

Por otro lado, dentro del volumen pesquero cuantificado no se incluye el total de la pesca para el autoconsumo que, probablemente, corresponde a una cantidad aproximada a la de la venta comercial, según los relatos recogidos entre los pescadores de esa localidad.

Las autoridades a nivel estatal y federal desconocen el estatus de la producción pesquera tradicional en la entidad. Esto se debe a que en los reportes de los anuarios estadísticos de pesca señalan que para Morelos el volumen de producción es de aproximadamente 43 t de bagre en peso desembarcado, lo cual es, el volumen de la pesca en los cuerpos de agua distintos a los de los estanques de producción acuícola, donde no se especifica de cuál especie de bagre se trata (*I. balsanus*, *I. punctatus* o ambas; CONAPESCA 2010).

Sin embargo, en la comunidad de Xicatlacotla la producción pesquera por año indica una cantidad mucho menor, apenas 3.5% de la pesca de bagre a nivel estatal. Esto puede deberse a que en la entidad existen otras comunidades de pescadores que explotan el recurso con mayor eficiencia, en áreas geográficas donde el volumen del caudal es menor, aunque este hecho no ha sido constatado.

Efectos de la introducción de la especie exótica *Ictalurus punctatus*

El río Amacuzac es un sistema productivo a pesar de que no existe sobre él ningún control local, regional o a mayor escala, de parte del gobierno. Tiene el potencial para mantener una actividad productiva pesquera sostenible si se implementaran reglamentaciones comunitarias, municipales, estatales y federales.

Sin embargo, la introducción de una especie exótica de bagre (*Ictalurus punctatus*), desde hace 10 años, tiene efectos negativos sobre la producción pesquera en la región (Paredes-Lira 2013, Domínguez-García 2015).

La captura de esta especie, por parte de los mismos pescadores, reporta un número mayor aun cuando su robustez es menor a la del bagre del Balsas y aunque posee espinas punzantes en las aletas que pueden infringir heridas considerables a los pescadores (Paredes-Lira 2013, Domínguez-García 2015). Lo anterior puede significar una pérdida parcial de su actividad pesquera y repercutir negativamente sobre la economía de los pescadores.

Conclusiones y recomendaciones

La captura del bagre del Balsas (*I. balsanus*) en los ríos morelenses es parte importante de la tradición pesquera, todavía practicada con cierta intensidad. Ésta representa un recurso económico y una fuente de alimento para las comunidades asentadas en las riberas de los principales cauces en la entidad.

Sin embargo, el mal manejo de este recurso podría llevar a esta especie endémica a su límite de crecimiento poblacional, debido al nulo manejo y malas prácticas de captura por parte de los pescadores, quienes a falta de información o medidas de regulación pesquera, han dejado de considerar vedas durante las temporadas de reproducción o desdoble de la población; además, tampoco se respeta el manejo de las tallas mínimas de los organismos capturados. Asimismo, las artes de pesca muchas veces son inadecuadas.

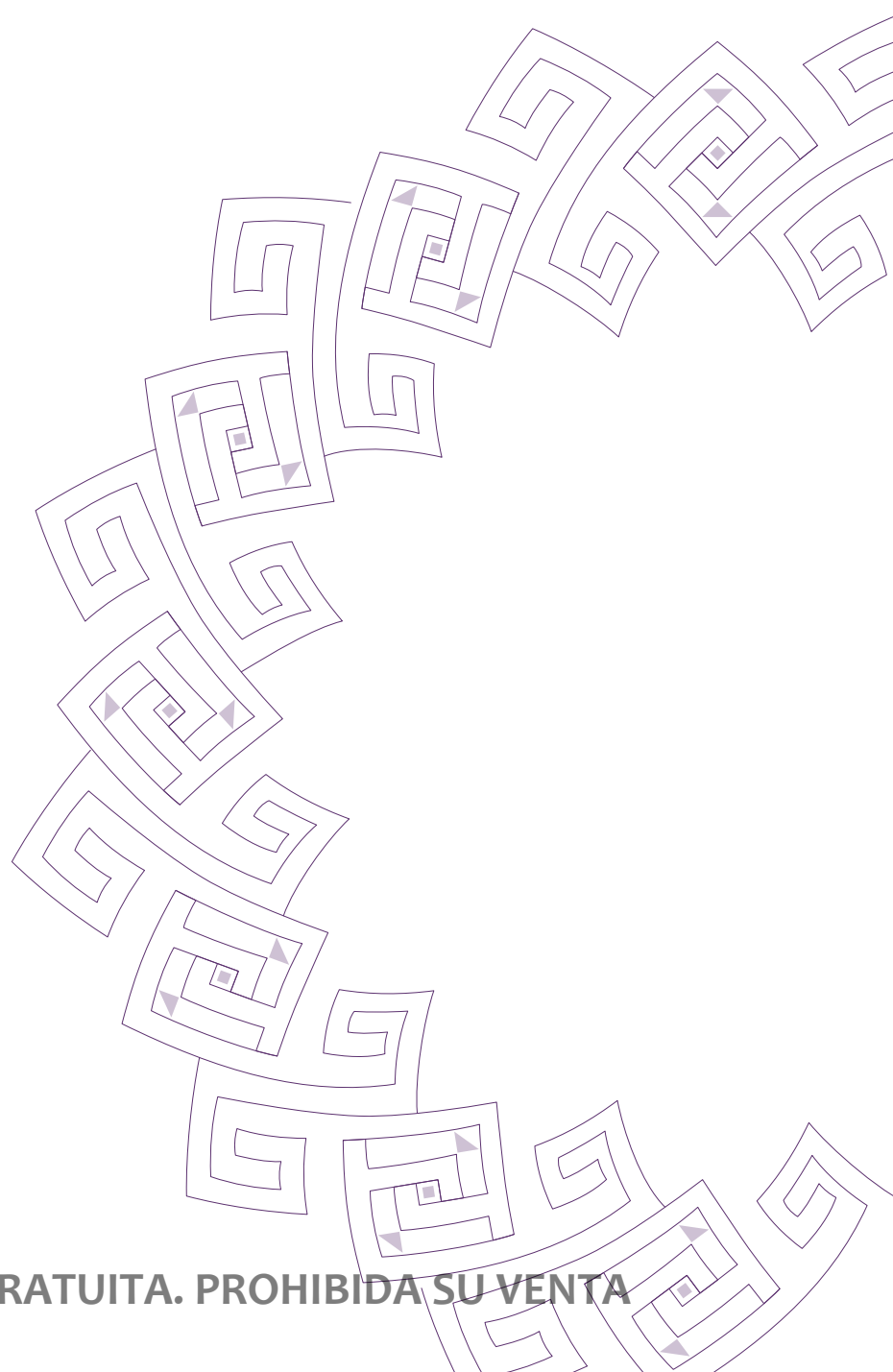
La introducción de especies exóticas como alternativa para la explotación pesquera, sin un conocimiento

previo de su impacto, podría tener efectos negativos sobre las especies nativas que tradicionalmente se han usado como alimento para las poblaciones ribereñas.

Sin embargo, se ha generado información sobre la función de los ecosistemas acuáticos y su importancia como recurso natural, conocimientos que deberán ser traducidos en un mejor manejo de los recursos de importancia ecológica y social, para propiciar su óptimo aprovechamiento.

Referencias

- Azúa, R.V. y B.R. Galicia. 2014. Uso de la fauna, estudios arqueozoológicos y tendencias alimentarias en culturas prehispánicas del centro de México. *Anales de Antropología* 48(1):139-166.
- Bartley, D.M., G.J. de Graaf, J. Valbo-Jørgensen y G. Marmulla. 2015. Inland capture fisheries: status and data issues. *Fisheries Management and Ecology* 22(1):71-77.
- CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. 2010. *Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2010*. CONAPESCA, México.
- . 2013. *Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2013*. CONAPESCA, México.
- Contreras-MacBeath, T. 1996. Ecosistemas acuáticos del estado de Morelos con énfasis en los peces. *Ciencia y Desarrollo* 21(122):42-51.
- Domínguez-García, E. 2015. *Evaluación de la explotación pesquera de los bagres Ictalurus balsanus e Ictalurus punctatus y propuesta de manejo en la comunidad de Xicatlacotla, Tlaquiltenango, Morelos*. Tesis de maestría en manejo de recursos naturales. UAEM, Cuernavaca.
- Ibáñez, A.L., H. Espinosa-Pérez y J.L. García-Calderón. 2011. Datos recientes de la distribución de la siembra de especies exóticas como base de la producción pesquera en aguas interiores mexicanas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82(3):904-914.
- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas y M. de Poorter. 2004. *100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo: una selección del Global Invasive Species Database*. Grupo Especialista de Especies Invasoras-IUCN, Auckland.
- Paredes-Lira, M.E. 2013. *Aspectos socioeconómicos de la pesquería del bagre Ictalurus balsanus en el río Amacuzac, Morelos*. Tesis de maestría en manejo de recursos naturales. UAEM, Cuernavaca.
- Ramírez-Martínez, C., R. Mendoza-Alfaro y C. Aguilera-González. 2010. *Estado actual y perspectivas de la producción y comercialización de peces de ornato en México*. UANL/INAPESCA, Monterrey.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Traspatios campesinos

Cintia Lorena Paz Paredes y María del Rosario Cobo González

Introducción

Los traspatios campesinos del estado son espacios multifuncionales de producción y de vida, enlazados a las necesidades de autoconsumo de la unidad doméstica, al tamaño y composición de la familia, a los ciclos agrícolas, a los recursos naturales del entorno y a las preferencias de quienes los cuidan y disfrutan. Son sitios cercanos o dentro del solar de la vivienda, también llamados patios, solares, huertos familiares y, anteriormente, “calmiles, delimitados por mallas, árboles, bardas o simplemente por el respeto” (Morayta y Saldaña 2014: 48). Quienes los administran y trabajan, en su mayoría, son mujeres, por eso los patios no pueden desligarse de las tareas domésticas y del cuidado (Guzmán 2009).

En los solares existe una diversidad de animales y de especies vegetales (cosechadas o colectadas en tiempos distintos) destinados al consumo propio y la venta a pequeña escala.

Estos patios también son reservas de biodiversidad, material genético y germoplasma *in situ*, es decir, de colecciones de material vegetativo vivo en semillas, esporas o plantas, donde se conserva la biodiversidad del lugar de origen. Además, en los patios se guardan saberes, prácticas locales, se prestan servicios ambientales (Morayta y Saldaña 2016) y son áreas de descanso y de convivencia.

Traspatios campesinos

La modernización de mediados del siglo xx, aceleró la urbanización de muchas comunidades, cambió la función del traspatio y la valoración del autoabasto. Así, los patios de Ocoatepec, localidad ubicada al noroeste del

estado y conurbada desde 1960, fueron pavimentados, de modo que las plantas comestibles, medicinales y de ornato acabaron en macetas, cazuelas o en la azotea de las casas. Incluso, algunas especies como el guamúchil, el guaje, el alache y el níspero desaparecieron (Morayta y Saldaña 2014). En Jiutepec, los patios decayeron cuando, en 1996, se construyó la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC) que contaminó el agua y los terrenos agrícolas (Sánchez 2011).

En el poniente del estado, en regiones de gran biodiversidad como Sierras de Occidente y Lagos de Morelos, así como parte de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH) y en Puente de Ixtla, la agricultura campesina se basa en una estrategia que combina la seguridad doméstica y alimentaria para el autoabasto, cuyo centro es el maíz, con la agricultura comercial (Guzmán 2005).

La producción de estos traspatios es menos diversa que en otras zonas, pero “en cada sitio se distinguen [al menos] tres especies de árboles y/o animales [...] aunque el promedio es de ocho” (figura 1; Guzmán 2009: 39). Casi todas las familias crían pollos, puercos o chivos, para costear alguna emergencia, viaje o celebración.

En Tenextepango, poblado del municipio Villa de Ayala, en el centro del estado, la producción hortícola a gran escala que, desde mediados del siglo pasado, estaba destinada al abasto de la Ciudad de México, disminuyó la riqueza de las especies vegetales y animales en los patios, además de modernizar la casa campesina y sus formas de vida.

Sin embargo, las familias nahuas y mixtecas que vinieron al estado, provenientes de Oaxaca, Puebla y Guerrero, para trabajar en las cosechas hortícolas, empezaron a asentarse y sembraron milpas y huertas de autoabasto a la vieja usanza. Aprovecharon los pequeños espacios,



Figura 1. Cuidado de la milpa del traspatio en Mazatepec (2017). Foto: Erandy Toledo Alvarado.

crearon un nuevo tipo de traspatio multifamiliar al que sumaron variedades exóticas como la hierbasanta y el cempazúchitl (Morayta y Saldaña 2014).

En los patios y huertas localizados al norte del estado, especialmente en la comunidad de Coajomulco, municipio de Huitzilac y ubicada en la zona noreste del Corredor Biológico Chichinautzin, el auge de los fraccionamientos y la falta de agua fragmentaron la cubierta vegetal, modificaron el paisaje rural y la fuente de ingresos de sus habitantes, quienes hoy en día se dedican “a vender alimentos a la orilla de la autopista México-Cuernavaca” (Colín *et al.* 2012: 14).

A pesar de que el contacto con los visitantes y los vacacionistas llevó a privilegiar siembras comerciales sobre las de autoconsumo, se han establecido huertos frutícolas tradicionales con notables ventajas socioambientales, cuyos sistemas multiestratificados, con hasta 48 especies tradicionales y aclimatadas o ajustadas, favorecen el autoabasto y mitigan la escasez de agua (Colín *et al.* 2012).

En el extremo oriente del norte morelense, se localiza Hueyapan, municipio de Tetela del Volcán, en la

región Popocatepetl, donde el náhuatl es el idioma cotidiano y se usa el vestido tradicional indígena. En esta zona, el traspatio, llamado solar o *xolaltlalli*, “cumple un papel especial [pues en él,] las familias realizan acciones de autoabasto [...] sin mediar relación comercial alguna” (Morayta y Saldaña 2016: 51). Además, alberga la casa, la cocina, los corrales, el área de agricultura y almacenamiento, así como un lugar para la confección de textiles, la elaboración de nieve y el secado de hongos recolectados en el monte (Morayta y Saldaña 2016).

En la región sur del estado, cruzada casi en su totalidad por la Sierra de Huautla, cinco de los seis municipios que la componen están en el área natural protegida del mismo nombre. En esta zona la urbanización no ha sido tan notable, de manera que los solares para la vivienda y los traspatios todavía son amplios. En Ahuejotzingo, municipio de Puente de Ixtla, algunos miden entre 1 000 y 2 000 m², aunque otros se han reducido hasta 250 m² (Guzmán 2004).

En Xoxocotla, en el mismo municipio, a pesar de la modernización de las viviendas, se mantienen extensos patios con áreas sombreadas por árboles y enredaderas

de chayote, estropajo o flores, y hasta 16 especies de plantas¹ (Morayta y Saldaña 2014).

En Quilamula, en el municipio de Tlaquiltenango, al extremo poniente de la REBIOSH, existen hasta 115 especies botánicas en los huertos (Morales y Guzmán 2015), lo cual enriquece el autoabasto según las tradiciones gastronómicas y culturales. En ambas comunidades se siembran milpas de traspatio dentro de los huertos, un sistema productivo diferente al de las parcelas. “En los pequeños espacios de las milpas de traspatio [...] el trabajo se dosifica a lo largo del año por la cercanía con la casa habitación” (Morales y Guzmán 2015: 99-100).

Conclusiones y recomendaciones

En conclusión, los traspatios o solares morelenses, además de ser espacios productivos, recreativos y de convivencia familiar y comunitaria, son ricos reservorios de biodiversidad donde conviven especies vegetales endémicas y exógenas; prácticas, conocimientos locales y servicios ecosistémicos.

No obstante, en algunas zonas, la urbanización y el crecimiento poblacional, los redujeron a siembras de maceta y milpas rinconeras. Por la importancia de sus funciones nutricionales, lúdicas y ambientales, estos espacios, que son destacados microsistemas bioculturales, deben ser conservados, promovidos y apoyados por las instituciones gubernamentales y sociales.

Referencias

- Colín, H., A. Hernández y R. Monroy. 2012. El manejo tradicional y agroecológico en un huerto familiar de México, como ejemplo de sostenibilidad. *Etnobiología* 10(2):12-28.
- Guzmán, E. 2004. Mujeres, trabajo y organización familiar: los traspatios de Ahuehuetzingo, Morelos. En: *Entre el corazón y la necesidad, microempresas familiares en el medio rural*. B. Suárez y P. Bonfil (coords.). Grupo Interdisciplinario sobre mujer, trabajo y pobreza/Fundación Ford, México, pp. 1-49.
- . 2005. *Resistencia, permanencia y cambio. Estrategias campesinas de vida en el poniente de Morelos*. UAEM/Plaza y Valdés, México.
- . 2009. Los productores campesinos de Morelos. Sobre estrategias y mercados. En: *Buscando la vida. Productores y jornaleros migrantes en Morelos*. K. Sánchez y A. Saldaña (coords.). UAEM/SEP/Plaza y Valdés, México, pp. 19-59.
- Morales, S. y E. Guzmán. 2015. Caracterización sociocultural de las milpas en dos ejidos del municipio de Tlaquiltenango, Morelos. *Etnobiología* 13(2):94-109.
- Morayta, L.M. y A. Saldaña. 2014. El autoabasto en los patios de dos pueblos de tradición cultural indígena en el estado de Morelos. *Etnobiología* 12(1):45-59.
- . 2016. *Patios, huertos y otros espacios en la tradición cultural indígena de Morelos y norte de Guerrero*. Proyecto nacional etnografía de las regiones indígenas de México en el nuevo milenio. Patrimonio biocultural, mimeo. CENART/INAH, México.
- Sánchez, V. 2011. El pueblo y sus huertas, transformaciones en los territorios primordiales de la cultura campesina. En: *Gestión social y procesos productivos*. E. Guzmán, N. Guzmán y S. Vargas (eds.). UAEM, Cuernavaca, pp. 183-195.

¹ Los árboles más comunes son: ciruelos, limones, guajes y tamarindos que conviven con anonas, naranjos, guayabos, plátanos de diversas clases, limas, huamúchiles; otras plantas como chayote, maracuyá, distintas clases de chiles, zacates y nopales; hierbas como el estafiate, ruda, yerbabuena, ajenojo, árnica, té limón, quelites y verdolagas; algunas hortalizas como tomate, rábano, lechuga y calabaza; junto con plantas ornamentales y árboles de sombra (Guzmán 2004).

Uso de las plantas acuáticas

Jaime Raúl Bonilla Barbosa y Betzy Santamaría Araúz

Introducción

De la superficie territorial de México, 72.8% presenta ecosistemas naturales y el restante 27.2% transformados. Lo anterior, brinda al país el privilegio de poseer un universo vegetal de excepcional diversidad que lo ubica en el sexto lugar a nivel mundial, en términos de diversidad de plantas vasculares (Rzedowski 1978, Villaseñor 2016). A esto se debe el reciente interés internacional en los aspectos de conservación (Bonilla-Barbosa 2010).

La flora y vegetación acuáticas forma ecosistemas específicos que se establecen y desarrollan en México y van desde el nivel del mar hasta más de 4 000 msnm, con una gama de hábitats que frecuentemente ocupan reducidas extensiones, pero que no minimiza su importancia (Rzedowski 1978, Lot *et al.* 1986).

Las plantas acuáticas son el elemento principal de la vegetación de los humedales, incluidos en diversos ecosistemas acuáticos. México se caracteriza por tener extensiones importantes de éstos (Bonilla-Barbosa 2007).

En Morelos, las especies de flora acuática se desarrollan en dos tipos de ambientes. Por una parte, están los ambientes lóticos, que se distinguen por contener agua con velocidad de corriente, como arroyos, canales, manantiales y ríos. Por otra parte, se encuentran los lénticos, que son cuerpos de agua estacionarios como lagos, embalses, estanques, jagüeyes o suelos temporalmente inundados (Bonilla-Barbosa *et al.* 2000, Bonilla-Barbosa 2010). Sin embargo, hay especies que se desarrollan en ríos y manantiales como los ahuehuetes y sauces y forman parte del bosque perennifolio y deciduo ripario.

En cuanto a las especies de plantas acuáticas (hidrófitas), éstas han sido incluidas en seis grandes unidades de vegetación de acuerdo a las formas de vida dominantes,

que son: enraizadas emergentes, enraizadas sumergidas, enraizadas de hojas flotantes, enraizadas de tallos pos-trados, libremente flotadoras y libremente sumergidas (Bonilla-Barbosa *et al.* 2000).

La mayoría de las especies con algún tipo de aprovechamiento pertenecen al grupo de las angiospermas (Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b), y de ellas las plantas terrestres son las más conocidas debido a su uso, mientras que a las plantas acuáticas se les ha dado muy poca importancia.

Sin embargo, desde la década de los noventa esto cambió notablemente (Bonilla-Barbosa 1994, 2010), luego de los estudios realizados en Morelos sobre su importancia y utilidad, con el fin de proponer estrategias de manejo.

Aprovechamiento histórico en México

El estudio sobre el conocimiento del uso de las plantas acuáticas en México requiere de la realización de trabajos regionales, así como del desarrollo de investigaciones a niveles más complejos que contemplen la introducción, domesticación, conservación y manejo de las plantas acuáticas de interés para el ser humano (Bonilla-Barbosa 1994).

En México, Santamaría (1912), Leicht (1937) y West y Armillas (1959) fueron los primeros en reconocer la importancia de las especies de plantas acuáticas vasculares como abono verde u orgánico. En este sentido, Lot *et al.* (1979), las describieron como un componente importante del sistema de cultivo denominado chinampa, en cuya construcción las macrófitas tuvieron un papel destacado.

Por otro lado, algunas especies de plantas acuáticas pertenecientes a las familias Cyperaceae y Typhaceae

Bonilla-Barbosa, J.R. y B. Santamaría-Araúz. 2020. Uso de las plantas acuáticas. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 59-68.

(como los tules), están identificadas con símbolos religiosos. Ejemplo de ello, es el caso de Nappatecutli (señor de la estera), reconocido como el dios de quienes fabrican petates y objetos con estas plantas (Caso 1953). Además, otras especies fueron representadas en pinturas, como el mural de Tepantitla, que data de 400 a 600 d.C., ubicado en Teotihuacán, donde el lirio amarillo (*Nymphaea mexicana*) fue muy importante (Lot y Corona 1977).

Otros antecedentes del conocimiento que se tiene en México sobre las plantas acuáticas están en las tres obras posteriores a la Conquista: *Historia Natural de Nueva España* de Francisco Hernández, el *Libellus de medicinalibus indorum herbis* (o códice Badiano) de Martín de la Cruz e *Historia general de las cosas de Nueva España* de Bernardino de Sahagún. En esta última se describió la juncia (*Schoenoplectus californicus*) como una especie para elaborar petates (García 2008).

Asimismo, se cuenta con información de las plantas acuáticas útiles del valle de México (Miranda 1980) y su relación con el sistema de chinampas, así como la importancia de éste (Novelo y Gallegos 1988), además de algunos de sus usos (Rzedowski y Equihua 1987), en el caso de los lagos de Tamaulipas, Yuriria (Guanajuato) y Cuitzeo (Michoacán; Hernández *et al.* 1991, Ramos y Novelo 1993, Rojas y Novelo 1995). También se reporta la importancia de los pastos acuáticos y tules para el forraje del ganado y los tejidos de petates en el río Lerma (Albores 1988, 1995).

Sobre el aprovechamiento de las plantas acuáticas como una práctica de origen prehispánico, destaca el uso del tule redondo (*Schoenoplectus californicus*) y el tule ancho o palma (*Typha latifolia*) que se usaron para tejer petates, sillas y otros artículos, como material para construir chinampas y como forraje para el ganado (Martínez 1994, Martínez y McClung 2009).

Por otro lado, con fines alimenticios se utilizaban: el apaclolillo (familia *Alismataceae*), el berro (*Rorippa nasturtium-aquaticum*), el chachamol o cabeza de negro (*Nymphaea elegans*), el cresón (*Berula erecta*, del cual se comía sólo el tallo), la jara (*Senecio toluccanus*), la lentejilla (*Lemna gibba*), el mamalacate o mamalacote (*Hydrocotyle ranunculoides* e *H. verticillata*), la papa de agua o apaclol (*Sagittaria macrophylla*) y el papalacate (*Hydromystria laevigata*; Albores 1995, Zepeda y Lot 2005).

Casi todas las plantas que se recolectaban en esa época se consumían directamente, en tacos, y sin ninguna preparación especial de por medio. Excepto la papa de agua y la cabeza de negro que se limpiaban y cocían en agua con sal antes de comerse, aunque la segunda, en ocasiones, se consumía asada mientras se cortaba el forraje en el campo (Aguirre *et al.* 1998).

Albores (1988) y Viesca-González *et al.* (2011) indicaron que varias plantas acuáticas como los berros, las papas de agua, el shashamol o chachamol (xaxamol), la palmita o berro palma, el berro redondo o mamalacote, el pitzahua o apaclolillo, el crisol y la jara fueron, y siguen siendo, de importancia para la gastronomía de varios municipios del Estado de México. Estas plantas se extraen de la ciénaga del Lerma y se consumen en ensaladas (Albores 1988, Viesca-González *et al.* 2011).

Durante la última década del siglo xx se reportó la existencia de papa de agua, jara y tres tipos de berro (de palmita, macho y redondo) en la zona lacustre del Lerma. Asimismo, se reporta el consumo de las raíces tiernas de los tules redondos, anchos, los gallitos (*Schoenoplectus californicus*) y los zinzácuaros (*Typha latifolia*), crudos o cocidos, casi como golosina (García 2008).

Uso de las plantas acuáticas

En la entidad existen estudios que describen a las plantas acuáticas útiles en Coatlán del Río, como cabecera municipal (Torres 1978), en el lago de Coatetelco, municipio de Miacatlán (Mijangos 1993), así como la presencia de alcaloides en algunas especies (Vázquez 1974), el empleo del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en almácigos para el cultivo de jitomate (Adame 1994), el uso ornamental del grupo biológico en el estado (Bonilla-Barbosa 1994). Además, se tiene información de la presencia de especies en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala (Bonilla-Barbosa y Novelo 1995) y en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (Maldonado 1997).

Cabe mencionar que este grupo, desde el punto de vista etnobotánico, es poco conocido a nivel nacional, pero que aun así se tienen registradas 34 especies de plantas útiles en el estado (Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b). Éstas se aprovechan de diferentes formas: ornamental, artesanal, medicinal, alimentaria y de construcción, además de forraje, abono orgánico

y de tener un significado místico-religioso (cuadro 1; Bonilla-Barbosa 1994, Adame-Castillo *et al.* 1996, Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b). Algunas especies tienen más de un uso.

El reducido número de especies útiles, probablemente se debe a que la mayoría de los ecosistemas acuáticos son temporales, por lo cual estas plantas sólo se emplean durante la época de lluvias. En el caso de los ecosistemas permanentes, éstas son empleadas todo el año.

De las 193 especies de plantas acuáticas vasculares presentes en Morelos, en este capítulo se consideran solamente 34, por ser las que tienen utilidad para el ser humano (cuadro 2).

Cuadro 1. Plantas acuáticas vasculares y sus usos en Morelos.

Uso	Número de especies
Ornamental	20
Medicinal	13
Alimentario	3
Forraje	3
Abono orgánico	2
Místico-religioso	2
Artesanal	1
Construcción	1
Enseres domésticos	1

Fuente: elaboración propia con datos de Bonilla-Barbosa 1994, Adame-Castillo *et al.* 1996, Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b.

Cuadro 2. Especies de plantas acuáticas vasculares de importancia por su uso en Morelos.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	Uso	Parte usada	Origen
Alismataceae	<i>Echinodorus subalatus</i> subsp. <i>andrieuxii</i>	Lanza de agua	HEE	Ornamental (acuarios, fuentes y jardines acuáticos) y como forraje.	Toda la planta, hojas	Nativa
	<i>Sagittaria longiloba</i>	Punta de flecha	HEE	Ornamental (jardines acuáticos)	Toda la planta	Nativa
Apiaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Riñoncito	HEE	Alimentario (en ensaladas)	Toda la planta, hojas	Nativa
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuga de agua	HLF	Ornamental (fuentes y jardines acuáticos)	Toda la planta	Nativa
Bignoniaceae	<i>Heimia salicifolia</i>	Escoba de agua	BPDR	Medicinal	Hojas	Nativa
Brassicaceae	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	Berro	HEE	Medicinal, alimentario	Tallo y hojas	Introducida
Campanulaceae	<i>Lobelia cardinalis</i>	Cardenal de la laguna	HEE	Medicinal, tóxico	Raíces y hojas	Nativa
Cupressaceae	<i>Taxodium huegelii</i>	Ahuehuete, sabino	BPDR	Ornamental (jardines acuáticos) y medicinal	Toda la planta, hojas y corteza	Nativa
Cyperaceae	<i>Cyperus papyrus</i>	Papiro	HEE	Ornamental (jardines acuáticos)	Toda la planta	Introducida
	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Junco	HEE	Ornamental (jardines acuáticos)	Toda la planta	Nativa
Equisetaceae	<i>Equisetum hyemale</i> var. <i>affine</i>	Cola de caballo	HEE	Medicinal	Toda la planta	Nativa
Haloragaceae	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Mil hojas	HES	Ornamental (acuarios)	Toda la planta	Introducida
	<i>M. heterophyllum</i>	Mil hojas	HES	Ornamental (acuarios)	Toda la planta	Nativa
Hydrocharitaceae	<i>Egeria densa</i>	Elodea	HES	Ornamental (acuarios)	Toda la planta	Introducida
	<i>Vallisneria americana</i>	Cintilla de agua	HES	Ornamental (acuarios)	Toda la planta	Nativa
Lemnaceae	<i>Lemna aequinoctialis</i>	Lenteja de agua	HLF	Ornamental (acuarios y fuentes acuáticas)	Toda la planta	Nativa
Lythraceae	<i>Cuphea micropetala</i>	Atlanchana	HEE	Medicinal	Toda la planta	Nativa
Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i>	Platanillo	HEE	Ornamental (fuentes acuáticas) y gastronómico	Toda la planta, hojas (para envolver tamales)	Nativa
Mimosaceae	<i>Inga vera</i>	Chalahuite	BPDR	Medicinal	Corteza	Nativa

Cuadro 2. Continuación.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	Uso	Parte usada	Origen
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea elegans</i>	Flor de loto	HEHF	Místico-religioso y ornamental (fuentes acuáticas)	Flor, toda la planta	Nativa
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> subsp. <i>octovalvis</i>	Hierba del chile	HEE	Medicinal	Toda la planta	Nativa
Phrymaceae	<i>Mimulus glabratus</i>	Berro criollo	HEE	Medicinal	Toda la planta	Nativa
Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Carrizo de agua	HEE	Medicinal	Hojas	Introducida
Polygonaceae	<i>Polygonum amphibium</i>	Chilillo redondo	HEHF	Ornamental (fuentes acuáticas)	Toda la planta	Nativa
	<i>P. hydropiperoides</i>	Chilillo	HEE	Medicinal	Toda la planta	Nativa
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Lirio acuático	HLF	Ornamental (fuentes acuáticas y arreglos florales), como abono orgánico y forraje	Flores, toda la planta	Introducida
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton crispus</i>	Sierrita acuática	HES	Ornamental (acuarios)	Toda la planta	Introducida
	<i>P. illinoensis</i>	Laurelillo, tripilla	HES	Ornamental (acuarios)	Toda la planta	Nativa
	<i>Stuckenia pectinata</i>	Zacatito de agua	HES	Ornamental (acuarios)	Toda la planta	Nativa
Ranunculaceae	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	Alga	HES	Ornamental (acuarios)	Toda la planta	Nativa
Salicaceae	<i>Salix bonplandiana</i>	Sauce	BPDR	Medicinal	Hojas	Nativa
	<i>S. humboldtiana</i>	Sauce	BPDR	Medicinal	Hojas	Nativa
Salviniaceae	<i>Azolla microphylla</i>	Helechito de agua	HLF	Abono orgánico	Toda la planta	Nativa
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	Tule, plumilla, junco	HEE	Ornamental (arreglos florales) y místico-religioso, como forraje, para la construcción, en artesanías y enseres domésticos	Inflorescencias, inflorescencias y hojas, hojas	Nativa
	<i>T. latifolia</i>	Tule	HEE	Ornamental (arreglos florales)	Inflorescencias	Nativa

Formas de vida: HEE (hidrófita enraizada emergente); HES (hidrófita enraizada sumergida); HEHF (hidrófita enraizada de hojas flotantes); HLF (hidrófita libremente flotadora); y BPDR (bosque perennifolio y deciduo ripario). Fuente: elaboración propia con datos de Bonilla-Barbosa *et al.* 2000.

Importancia ornamental

En términos generales, las plantas acuáticas que se utilizan con fines ornamentales corresponden principalmente a las hidrófitas enraizadas emergentes, las de hojas flotantes y las sumergidas, hecho que se refleja en la estrecha relación con el bienestar emocional que dichas especies generan en el ser humano (Bonilla-Barbosa 1994). Las 20 especies ornamentales que existen pueden ser divididas en tres grupos:

- Plantas para acuario. Éstas se consideran como las más importantes entre las plantas ornamentales debido a su valor estético, se cuenta con el

registro de nueve especies con este uso. Se desconoce desde cuando se empezaron a emplear con este fin en la entidad, sin embargo, algunas se han cultivado desde hace aproximadamente 30 años, tras ser introducidas de otros países o traslocadas desde diferentes estados de la república (Bonilla-Barbosa 1994, Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014a).

Generalmente, su cultivo y propagación es vegetativa (Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014a), y destacan: *Echinodorus subalatus* subsp. *andrieuxii*, *Egeria densa*, *Lemna aequinoctialis*, *Myriophyllum aquaticum*, *M. heterophyllum*, *Potamogeton crispus*,

P. illinoensis, *Ranunculus trichophyllus*, *Stuckenia pectinata* y *Vallisneria americana*.

La introducción de hidrófitas de los trópicos y de las regiones templadas provenientes de otros países es muy frecuente en los principales acuarios del estado.

- b) Plantas para jardines acuáticos. A las plantas acuáticas empleadas para este propósito también se les presta atención por su valor estético. En algunos sitios del estado se construyeron jardines o fuentes acuáticas, como es el caso de residencias o salones de eventos, por contar con grandes espacios abiertos, donde favorecen un impacto visual y una atmósfera de paz y tranquilidad para la meditación (figura 1).

Entre las nueve especies de plantas que se emplean con mayor frecuencia en los jardines acuáticos, están aquellas que representan varias de las formas de vida de las hidrófitas, entre las que destacan: *Cyperus papyrus*, *E. subalatus* subsp. *andrieuxii*, *Sagittaria longiloba*, *Schoenoplectus californicus* y *Typha domingensis*. Las hidrófitas de hojas flotantes están representadas por *Nymphaea elegans*, mien-

tras que entre las hidrófitas libremente flotadoras está *Eichhornia crassipes* (figura 2) y a la *Pistia stratiotes*. Sin embargo, también se emplea *Salvinia molesta*, que es una especie invasora exótica introducida en la entidad en 2013 (Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014a).

- c) Plantas para arreglos florales. Las plantas acuáticas que se emplean como ornamentales, además de su valor estético, variedad y abundancia en el estado, representan un estrato y una jerarquía social superiores (Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b).

De estas hidrófitas sólo algunas de sus partes se utilizan, ya sea la flor, los tallos o la inflorescencia. Dentro de este grupo de plantas están: *E. crassipes*, *Equisetum hyemale* var. *affine*, *N. elegans*, *T. domingensis* y *T. latifolia* (figura 3). Se venden en negocios establecidos o en los mercados municipales. Algunas se utilizan de manera natural o, como en el caso de las especies del género *Typha* que se emplean colorantes para la inflorescencia, a la cual se le conoce como cuete grande o chico, que le dan el tono del color deseado, además pueden ponerle diamantina de diversas tonalidades.



Figura 1. Jardín de plantas acuáticas en Jardines de México. Foto: Betzy Santamaría-Araúz.



Figura 2. Pequeño detalle de un jardín realizado con lirio acuático (*Eichhornia crassipes*). Foto: Betzy Santamaría-Araúz.

Importancia medicinal

La flora acuática de importancia medicinal en el estado suma un total de 13 especies. Destacan aquellas que crecen en el bosque perennifolio y decíduo ripario, como: *Heimia salicifolia* (cicatrizante, laxante y desinflamatoria), *Inga vera* (que sirve contra el empacho, disentería e indigestión), *Salix bonplandiana* y *S. humboldtiana* (ambas con propiedades desinflamatorias y analgésicas), *Taxodium huegii* (contra diarrea, gastritis y úlceras). Dentro de la vegetación acuática están: *Cuphea micropetala* (para la tos y desinflamar hígado y bazo), *E. hyemale* var. *affine* (para desinflamar y tratar los riñones, figura 4), *Lobelia cardinalis* (raíces para provocar el vómito y favorecer la expectoración, tóxica en grandes cantidades, puede provocar colapso respiratorio), *Ludwigia octovalvis* subsp. *octovalvis* (elimina la roña), *Mimulus glabratus* y *Phragmites australis* (para el dolor de huesos), *Polygonum hydropiperoides* (para la diarrea y como anticonceptivo), *Rorippa nasturtium-aquaticum* (para combatir el nerviosismo, el reumatismo y para el



Figura 3. Arreglo floral de tule (*Typha domingensis*). Foto: Betzy Santamaría-Araúz.

tratamiento del bocio, dolor de riñones, problemas del hígado y diabetes).

Importancia alimentaria

De las hidrófitas que son conocidas en Morelos, tres especies tienen importancia alimentaria. Las dos primeras son el berro (*R. nasturtium-aquaticum*, figura 5) y el riñoncito (*Hydrocotyle ranunculoides*). Todos los órganos vegetativos de ambas especies se utilizan, debido a que por sus reservas de alimento son de potencial valor nutricional para el ser humano (Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b), y son un aceptable ingrediente para ensaladas o para el consumo directo.

La tercera especie es el platanillo (*Thalia geniculata*), de la cual se emplean las hojas como sustituto de las hojas de plátano para envolver y mantener frescos: tamales, queso, carnes o pescado. Esto genera que la especie sea económicamente útil en las zonas templadas y tropicales (Bleasdale 1964, Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b).



Figura 4. Comercialización de cola de caballo (*Equisetum hyemale* var. *affine*) acomodada en manojos en un mercado local. Foto: Jaime Raúl Bonilla-Barbosa.

Importancia como forraje

En el estado se registran tres especies hidrófitas con este tipo de uso, destinadas principalmente para el ganado vacuno y equino. El lirio acuático (*E. crassipes*) y la lechuga de agua (*P. stratiotes*) son las más abundantes (figura 6), mientras que el helechito de agua (*Azolla microphylla*) es consumido de manera escasa.



Figura 5. Venta de diversos vegetales de consumo humano, entre los que destacan los berros (*Rorippa nasturtium-aquaticum*) al centro de la imagen. Foto: Jaime Raúl Bonilla-Barbosa.



Figura 6. Res forrajeando en un sitio con lirio acuático (*Eichhornia crassipes*). Foto: Betzy Santamaría-Araúz.

Importancia como abono orgánico

Aunque de forma escasa, se tiene el registro de dos especies de plantas acuáticas con este tipo de uso en la entidad, las cuales son: el helechito de agua (*A. microphylla*, se utiliza para el cultivo de arroz), y el lirio acuático (*E. crassipes*, figura 7). Este último se ocupa de manera experimental como sustrato en almácigos para el cultivo de jitomate (Adame 1994), o para la elaboración de abono en la propagación de especies ornamentales, forestales, alimentarias y en peligro de extinción, entre otras (Santamaría-Araúz 2016).

Importancia místico religiosa

En Morelos, las flores de loto (*N. elegans*) se emplean como símbolo de pureza en algunas ceremonias religiosas (Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b). También se cree que sirven para que se tenga una mejor suerte en las ventas de los comercios y para proteger de los malos tiempos y envidias a las personas (Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b). Otra especie de importancia es el tule (*T. domingensis*), cuyas hojas sustituyen a las de palma en la elaboración de los techos y amarres de los huertos que son construidos durante la época de semana santa (Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b).

Importancia artesanal

El tule (*T. domingensis*) también se utiliza para fabricar productos artesanales: con sus hojas jóvenes se elaboran figuras en forma de animales y con las inflorescencias, mezcladas con barro, se producen figuras y macetas (Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b).

Importancia en la construcción

Como se mencionó anteriormente, el tule se emplea en la construcción de techos de chozas o para hacer amarras y unir los postes de cabañas, como sustituto de las hojas de palma (Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b).

Aprovechamiento como enseres domésticos

Las hojas maduras del tule también se emplean en la elaboración de tejidos para enseres domésticos, tales como respaldos y asientos de sillas, petates, sopladores o aventadores (figura 8) y para cestos o canastos. En lo que respecta a la inflorescencia de esta especie, mezclada con lodo, sirve para construir el tlecuil o pretil y comales para la cocina (Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b).



Figura 7. Trituración del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) como parte del proceso de elaboración de abono orgánico con esta planta. Foto: Betzy Santamaría-Araúz.



Figura 8. Sopladores o aventadores para atizar al anafre, elaborados con las fibras de las hojas maduras del tule (*Typha domingensis*). Foto: Jaime Raúl Bonilla-Barbosa.

Conclusiones y recomendaciones

En Morelos se conocen pocas especies de plantas acuáticas de utilidad para el ser humano. Sin embargo, se mantiene el uso de éstas por la tradición cultural de las comunidades cercanas a los sistemas acuáticos donde habitan dichas especies.

Debido a la gran variedad botánica y cultural de la entidad, se pone de manifiesto que el estudio sobre el conocimiento de las plantas acuáticas útiles requiere de la realización de trabajos regionales o por tipos de ecosistemas. Esto permitiría la integración de dicho conocimiento y el desarrollo de investigaciones a niveles más complejos que contemplen la introducción, domesticación, conservación y manejo de las especies. Asimismo, lo aquí presentado constituye un marco de referencia para futuros estudios de evaluación fitoquímica, nutricional, agroecológica, alimentaria y medicinal, entre otros.

Es necesario considerar que recientemente, el valor e importancia de las plantas acuáticas en el estado es de gran interés, con una espectacular expansión en las zonas centro, oriente y sur de la entidad (Bonilla-Barbosa y Santamaría 2014b).

Asimismo, es importante revalorar el conocimiento sobre las plantas acuáticas que existen en el territorio morelense, con la finalidad de preservar la vegetación acuática natural como un recurso renovable. No obstante, no sólo se debe considerar a las plantas acuáticas útiles, sino a las comunidades acuáticas en general. Para este fin se deben evaluar tanto los recursos hídricos actuales como los potenciales, así como a las especies más prometedoras.

Se considera que es posible conjuntar esfuerzos de habitantes, autoridades locales, municipales y estatales para evaluar la situación ecológica actual de este tipo de ecosistemas y sus recursos vegetales, tanto nativos como introducidos, usados para diferentes fines.

En las comunidades, se puede divulgar la importancia de las especies por medio de campañas que informen sobre su valor como recursos naturales y que fomenten su consumo, cuidado y crecimiento poblacional, a través de la siembra de especies. En especial, en las comunidades donde existe un fuerte arraigo a las tradiciones, como es el caso de Morelos.

Referencias

- Adame, C.H. 1994. *Sustratos a base de lirio acuático Eichhornia crassipes (C. Martius) Solms-Laub., en almácigos para cultivo de Lycopersicon esculentum Miller*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Agropecuarias-UAEM, Cuernavaca.
- Adame-Castillo, H., A. Hulsz-Piccone y J. Bonilla-Barbosa. 1996. Utilización del lirio acuático como sustrato en el cultivo del jitomate. En: *Nuevos horizontes en agricultura: agroecología y desarrollo sostenible*. J. Pérez-Moreno y R. Ferrera-Cerrato (eds.). COLPOS, Montecillo, pp. 294-295.
- Aguirre, J., M. García y Y. Sugiura. 1998. Etnoarqueología del modo de subsistencia lacustre en la cuenca del Alto Lerma. En: *La caza, la pesca y la recolección: etnoarqueología del modo de subsistencia lacustre en las ciénegas del alto Lerma*. Y. Sugiura (ed.). Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México, pp. 89-226.
- Albore, B. 1988. El complejo relacional: hidrología-economía en el valle de Toluca. En: *La industrialización del valle de Toluca y las poblaciones ribereñas del río Lerma*. E.S. Morales-Sales (ed.). UAEMEX, Toluca, pp. 115-176.

- . 1995. *Tules y sirenas. El impacto ecológico y cultural de la industrialización en el alto Lerma*. El Colegio Mexiquense, México.
- Bleasdale, J.K. 1964. The flowering and growth of watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.). *Journal of Horticultural Sciences* 39:227-233.
- Bonilla-Barbosa, J. 1994. Plantas acuáticas ornamentales del estado de Morelos, México. *Revista Chapingo serie horticultura* 1:79-83.
- . 2007. Flora acuática vascular. En: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). UNAM/CONABIO, México, pp. 113-128.
- . 2010. Flora y vegetación acuáticas vasculares. En: *Biodiversidad, conservación y manejo en el Corredor Biológico Chichinautzin. Condiciones actuales y perspectivas*. J. Bonilla-Barbosa, V.M. Mora, J. Luna-Figueroa et al. (eds.). UAEM/Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, México, pp. 49-68.
- Bonilla-Barbosa, J. y A. Novelo. 1995. *Manual de identificación de plantas acuáticas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala*. Instituto de Biología-UNAM, México.
- Bonilla-Barbosa, J., J.A. Viana-Lases y F. Salazar-Villegas. 2000. *Listados florísticos de México, Vol. xx: Flora Acuática de Morelos*. Instituto de Biología-UNAM, México.
- Bonilla-Barbosa, J.R. y B. Santamaría. 2014a. Plantas acuáticas exóticas y trasladadas invasoras. En: *Especies acuáticas invasoras en México*. R. Mendoza y P. Koleff (coords.). CONABIO, México, pp. 223-247.
- Bonilla-Barbosa, J.R. y B. Santamaría. 2014b. Plantas acuáticas y su importancia en los humedales. En: *Tzenzontle. Cultura para todos y todas*. R. Monroy, A. García y H. Colín (comps.). Centro de Investigaciones Biológicas-UAEM, Cuernavaca, pp. 207-217.
- Caso, A. 1953. *El pueblo del sol*. FCE, México.
- García, M. 2008. *Petates, peces y patos. Pervivencia cultural y comercio entre México y Toluca*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social-El Colegio de Michoacán, México.
- Hernández, S., C. González y F. González. 1991. Plantas útiles de Tamaulipas. *Anales del Instituto de Biología Serie Botánica* 62(1):1-38.
- Leicht, H. 1937. Chinampas y almacigos flotantes. *Anales del Instituto de Biología* 8(3):374-386.
- Lot, A. y E. Corona. 1977. Atlacuetzon, planta acuática en los murales de Tepantitla: una posible interpretación. *Biología* 7(1-4):46-50.
- Lot, A., A. Novelo y A. Quiroz. 1979. The Chinampa: An agricultural system that utilizes aquatic plants. *Journal of the Aquatic Plant Management* 17:74-75.
- Lot, A., A. Novelo y P. Ramírez-García. 1986. *Listados florísticos de México, Vol. v: Angiospermas acuáticas mexicanas*. Instituto de Biología-UNAM, México.
- Maldonado, B. 1997. *Aprovechamiento de los recursos florísticos de la sierra de Huautla, Morelos, México*. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de Ciencias-UNAM, México.
- Martínez, M. 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. FCE, México.
- Martínez, D. y E. McClung. 2009. Las plantas como recurso en Santa Cruz Atizapán. En: *La gente de la ciénega en tiempos antiguos. La historia de Santa Cruz Atizapán*. Y. Sugiura (coord.). UNAM/El Colegio Mexiquense, México, pp.175-193.
- Mijangos, M. 1993. *La vegetación y flora acuática vascular del lago de Coatetelco, Morelos*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Miranda, M.G. 1980. *Plantas acuáticas útiles del valle de México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias-UNAM, México.
- Novelo, A. y M.M. Gallegos. 1988. Estudio de la flora y vegetación acuática relacionada con el sistema de chinampas en el sureste del valle de México. *Biótica* 13(1-2):121-139.
- Ramos, L. y A. Novelo. 1993. Vegetación y flora acuáticas de la laguna de Yuriria, Guanajuato, México. *Acta Botanica Mexicana* 25:61-79.
- Rojas, J. y A. Novelo. 1995. Flora y vegetación acuáticas del lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana* 31:1-18.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México.
- Rzedowski, J. y M. Equihua. 1987. *Atlas cultural de México. Flora*. SEP/INAH/Planeta, México.
- Santamaría, M. 1912. Las chinampas del Distrito Federal. *Boletín de la Sociedad Agronómica Mexicana* 36:349-351.
- Santamaría-Araúz, B. 2016. *Manejo de Eichhornia crassipes (C. Mart.) Solms (Pontederiaceae), especie acuática invasora para la elaboración de abono orgánico*. Tesis de maestría en manejo de recursos naturales. Centro de Investigaciones Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Torres, L.B. 1978. *Datos etnobotánicos de Coatlán del Río, Morelos*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias-UNAM, México.
- Vázquez, J. 1974. Examen cualitativo de la presencia de alcaloides en plantas colectadas en el estado de Morelos, México. *Ciencia* 29(2):139-180.
- Viesca-González, F.C., J.L. Flores, A.T. Romero y M. Garduño. 2011. El impacto de la desecación de la laguna de Lerma en la gastronomía lacustre de San Pedro Tultepec de Quiroga, Estado de México. *El Periplo Sustentable* 21:101-138.
- Villaseñor, J.L. 2016. Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87(3):559-902.
- West, R. y P. Armillas. 1959. Las chinampas de México, poesía y realidad de los jardines flotantes. *Cuadernos Americanos* 50:165-182.
- Zepeda, C. y A. Lot. 2005. Distribución y uso tradicional de *Sagittaria macrophylla* Zucc. y *S. latifolia* Willd. en el Estado de México. *Ciencia Ergo Sum* 12(3):282-290.

Panorama general de la flora medicinal

María Inés Ayala Enríquez, Belinda Josefina Maldonado Almanza, José Juan Blancas Vázquez, Erika Román Montes de Oca y Feliciano García Lara

Introducción

Las plantas medicinales son aquellas que contienen principios activos en alguno de sus órganos, los cuales se administran en dosis suficientes para curar o prevenir enfermedades. El conocimiento sobre su aprovechamiento y aplicación como remedio se adquirió a lo largo del tiempo, y forma parte de la historia y de la cultura de los pueblos indígenas originarios, mismos que transmiten esta información a las nuevas generaciones de forma verbal.

La medicina tradicional es la suma total de los conocimientos, las prácticas y las capacidades basados en teorías, creencias y experiencias propias de diferentes culturas, utilizadas para mantener la salud y prevenir, diagnosticar, mejorar o tratar enfermedades físicas y mentales (OMS 2013).

Para que una planta se le considere como medicinal, debe haber sido usada por el ser humano para curar una o más dolencias, lo cual depende de la comunidad que la emplee. Por ejemplo, en Morelos, el cuahulote (*Guazuma ulmifolia*) se aprovecha por los habitantes de Tlaquiltenango para tratar los problemas del riñón (Maldonado 1997), mientras que en Tejalpa lo usan para el salpullido en infantes (Ayala 1998).

Esto significa que, de acuerdo a la cultura y los conocimientos de cada población, una planta puede tener diferentes utilidades para aliviar una dolencia o para curar una enfermedad determinada. También es posible que una comunidad emplee una sola especie para curar diversas enfermedades (Cervantes y Valdés 1990).

De lo anterior surge la interrogante: ¿sigue vigente el conocimiento, el uso y el manejo de las plantas medicinales silvestres y cultivadas en Morelos? El supuesto es que existe un amplio conocimiento sobre el uso de las

plantas medicinales silvestres y cultivadas que mantiene la vigencia de su empleo y manejo frente a la falta de servicios de salud y los altos costos de la medicina alópata.

Por tal razón, en este capítulo se analizan los usos actuales de las plantas medicinales en Morelos a partir de distintas referencias bibliográficas y del trabajo de campo que incluyó entrevistas, y colecta de ejemplares vivos y herborizados, los cuales se encuentran en el Jardín Etnobotánico de Acapantzingo, en el municipio de Cuernavaca.

Uso de las plantas medicinales

Las condiciones ambientales, como el suelo y el clima, permiten el desarrollo de especies con propiedades curativas (Ocampo y Valverde 2000), las cuales son empleadas por los curanderos y médicos tradicionales de las poblaciones rurales. Se puede decir que ellos son los depositarios de los secretos de las plantas, pues conocen sus usos, biología y ecología, y utilizan este conocimiento para curar a seres humanos, animales e incluso a otras plantas.

Así, el reconocimiento de las cualidades y las características de las plantas medicinales contribuye a conservar el conocimiento y las áreas con vegetación (Cervantes y Valdés 1990), así como asegurar el acceso a la salud, dado el encarecimiento de los medicamentos alópatas (Chan 2013) y favorecer la idea de que lo natural no hace daño.

Por consiguiente, el acceso a productos, prácticas y profesionales de la medicina tradicional ha aumentado en los últimos años. De acuerdo con las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS 2013), 80% de la población mundial utiliza las plantas para satisfacer o complementar sus necesidades médicas. Más de 100 millones de europeos utilizan la medicina tradicional,

Ayala, I., B. Maldonado, J. Blancas, E. Román-Montes de Oca y F. García Lara. 2020. Panorama general de la flora medicinal. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 69-76.

pero un número mayor se encuentra en África, Asia, Australia y América del Norte. En 2008, la población estadounidense pagó 14 800 millones de dólares por productos naturales.

En México, se estima que existen 6 mil plantas con propiedades medicinales (Balvanera *et al.* 2009), muchas de ellas útiles en la medicina tradicional mexicana como fuente de salud y bienestar (Bermúdez *et al.* 2005). Este conocimiento medicinal se sustenta en el saber popular que campesinos e indígenas poseen sobre diferentes recursos terapéuticos (Pochettino 2007).

En Morelos se conocen como médicos tradicionales a los curanderos, yerberos, hueseros, chupadores, cuerberos, parteras, comadronas, limpiadores, sobadores, pulsadores, ventoceros, ahuakes o graniceros, brujos, curanderos del mal, empautados, nahuales, tlachisques y chamanes (Calderón 2005, De la Paz 2016). En la segunda década del siglo XXI, también se reconoce a los terapeutas o especialistas de la salud que practican la naturopatía, acupuntura y terapias manuales, además de la quiropráctica, osteopatía, yoga, terapias físicas, mentales y espirituales (NCCAM 2011).

Cabe mencionar que los distintos grupos campesinos que habitan el país practican la medicina tradicional, a través del uso de plantas, como una alternativa frente a la falta de recursos monetarios para la adquisición de medicamentos alópatas y por el difícil acceso a los servicios de salud (Palacios 2004, Jorand 2008, Martínez-Moreno *et al.* 2016).

Contexto histórico

El conocimiento tradicional sobre las plantas medicinales tiene sus antecedentes en la época prehispánica. Los olmecas, toltecas, aztecas y tlahuicas llevaron una relación armoniosa con la naturaleza, la cual se refleja en los grabados de los sitios sagrados (Zepeda y White 2008), así como en los temazcales de los emperadores, donde se usaban plantas como parte de la purificación. Incluso el emperador azteca Moctezuma Ilhuicamina ordenó que en Huaxtepetl, hoy Oaxtepec, se asentara el primer jardín botánico (Mundy 1580).

El manejo de las plantas por los médicos tradicionales o curanderos, quedó documentado en códices como el *Libellus de medicinalibus indorum herbis* de Juan Badiano y Martín de la Cruz (1552) y el *Códice Florentino* de Bernardino de Sahagún (1585). También está de

manifiesto en los trabajos del protomédico Francisco Hernández, quien realizó la primera exploración en territorio mexicano, de 1571 a 1576, con la encomienda del rey Felipe II de describir las plantas, animales y minerales útiles para la corona española, y recorrió gran parte de Morelos, principalmente donde se localizan los conventos franciscanos, para elaborar un rico acervo pictográfico de las plantas que utilizaban los pueblos originarios. A su paso, colectó 519 especies que corresponden a plantas medicinales nahuas referidas en 37 poblaciones del territorio que ocupa actualmente la entidad.

Registró especies en Tepoztlán (63), Yecapixtla (65), Cuernavaca (89), Oaxtepec (55), Ocuituco (49), Yautepec (36), Temimilcingo (19) y Cuautla (17). La información de cada una de las plantas se encuentra plasmada en la obra de Hernández (1959), donde describe el temperamento de las plantas; es así que considera 390 especies de naturaleza caliente y el resto de naturaleza fría.

Después de la Conquista, los españoles introdujeron nuevas formas de curación, como la jeringa metálica (Cosme 2008) y la incorporación de plantas que ellos ya utilizaban y que se adaptaron muy bien en México, como: la equinacea (*Echinacea* spp.), la manzanilla (*Matricaria recutita*), el romero (*Rosmarinus officinalis*), el ajeno (*Artemisia absinthium*), el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), la sábila (*Aloe brevifolia*), la albahaca (*Ocimum basilicum*), los cítricos (*Citrus* ssp.), la hierbabuena (*Mentha x piperita*) y la menta (*M. spicata*; Estrada 1994, Balderas 2012, Jiménez *et al.* 2015, Cuevas 2016).

Gracias a la tecnología, actualmente se pueden consultar un sinnúmero de listas de plantas con uso medicinal en el mundo.

Estudios sobre la flora medicinal

En Morelos, se tienen diversas investigaciones sobre el uso de las plantas medicinales, así como un acervo bibliográfico (periodo 1979-1999) que incluye: libros, revistas, tesis, folletos, reportes técnicos, entre otros. En estos se reporta un total de 818 especies, en 133 familias, con uso medicinal (Monroy-Ortiz y Castillo 2007).

Asimismo, se cuenta con la información del Jardín Etnobotánico y Museo de la Medicina Tradicional y Herbolaria, fundado en 1976 en la casa de Maximiliano de Habsburgo, en el pueblo de Acapantzingo, municipio de Cuernavaca. En éste se cuenta con 802 especies útiles

en seis colecciones: 1) ornamental; 2) selva baja caducifolia; 3) plantas alimenticias y condimentarias; 4) xerófitas; 5) orquídeas silvestres; y 6) colección nacional de plantas medicinales. Esta última colección reúne 328 especies de plantas medicinales de todo el país, las cuales se emplean en el tratamiento de diferentes padecimientos. De éstas, 179 son nativas y 149 introducidas (García-Lara *et al.* 2012).

Por otra parte, Maldonado (1997) reporta 300 especies de plantas medicinales en la sierra de Huautla, al sur del estado. Mientras que Cedillo (1990), registró al norte, en Tepoztlán 346 especies con aprovechamiento, de las cuales 152 son de uso medicinal. Del mismo modo, los habitantes nativos y avciados de la comunidad de Tejalpa, en el municipio de Jiutepec, llevaron a cabo trabajo etnobotánico con el cual se registraron 81 especies, de las cuales 33 son consideradas como medicina para 29 malestares (Ayala 1998).

Para el presente trabajo, además de la información señalada con anterioridad, se recabaron los datos de nueve tesis: Cedillo (1990), Maldonado (1997), Ayala (1998), Rodríguez (2007), Montoya (2011), Jadúl (2012), Ponce (2014), Acosta (2016) y Cabrera (2016), así como del catálogo de la colección del Jardín Etnobotánico y del cuadro de usos (Salazar 2003) de la obra *Historia natural de las plantas de la Nueva España* (Hernández 1959), además de recorridos guiados, en compañía de médicos tradicionales, a los bosques del norte, centro, sur y oriente del estado para registrar los nombres comunes de las plantas medicinales encontradas, sus usos, partes útiles, formas de preparación y dosis.

Como resultado, se obtuvo que la riqueza de especies medicinales en la entidad asciende a 655 especies, incluidas en 122 familias, 419 géneros (apéndice 55), 13 variedades, dos formas, cinco subespecies, seis híbridos y tres colores. Las familias botánicas más importantes (por su abundancia de especies) en la medicina tradicional son: Asteraceae (65 especies), Fabaceae (58), Lamiaceae (54), Solanaceae (32), Euphorbiaceae (27), Malvaceae (19), Apocynaceae (18), entre otras (cuadro 1).

Se determinó que las plantas medicinales con mayor mención de uso en los estudios revisados son: cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*), prodigiosa (*Calea ternifolia*), granjel (*Randia echinocarpa*), cuatecomate (*Crescentia alata*), estafiate (*Artemisia ludoviciana*), ajeno (*A. absinthium*), mirto (*Salvia microphylla*) y cancerina (*Semialarium mexicanum*).

Cuadro 1. Familias botánicas de mayor importancia utilizadas en la medicina tradicional en Morelos.

Familia	Número de especies
Asteraceae	65
Fabaceae	58
Lamiaceae	54
Solanaceae	32
Euphorbiaceae	27
Malvaceae	19
Apocynaceae	18
Rubiaceae	15
Rutaceae	15
Burseraceae	11
Crassulaceae	11
Moraceae	11
Anacardiaceae	10
Apiaceae	10
Cactaceae	10
Poaceae	10
Verbenaceae	9
Bignoniaceae	8
Convolvulaceae	8
Cucurbitaceae	8
Malpighiaceae	8
Passifloraceae	8
Urticaceae	8
Acanthaceae	7
Aristolochiaceae	7
Meliaceae	7
Myrtaceae	7
Rosaceae	7

Fuente: elaboración propia con datos de Hernández 1959, Cedillo 1990, Maldonado 1997, Ayala 1998, Salazar 2003, Rodríguez 2007, Montoya 2011, Jadúl 2012, Ponce 2014, Acosta 2016, Cabrera 2016.

También se definieron las estructuras o partes de las plantas más utilizadas con fines medicinales de acuerdo con una distribución porcentual, de tal modo que, del total de las especies, 36% proporciona las hojas, mientras que 10% permite el aprovechamiento de toda la planta, 9% ofrece la corteza y la flor para su uso, 7% sólo la raíz y el fruto, 5% sólo las ramas y el látex y 3% el tallo y la semilla (figura 1).

Asimismo, se elaboró una lista de las formas de preparación para ajustar las categorías que cada autor había asignado, según los informantes de cada estudio, a las maneras de preparar las plantas para ser utilizadas en curaciones (figura 2). El té o infusión fue la más mencionada (290 veces), seguida del uso local externo (161) y la tisana (90). Las formas de preparar que sólo tuvieron una mención fueron: el jarabe, la pomada y la vaporización.

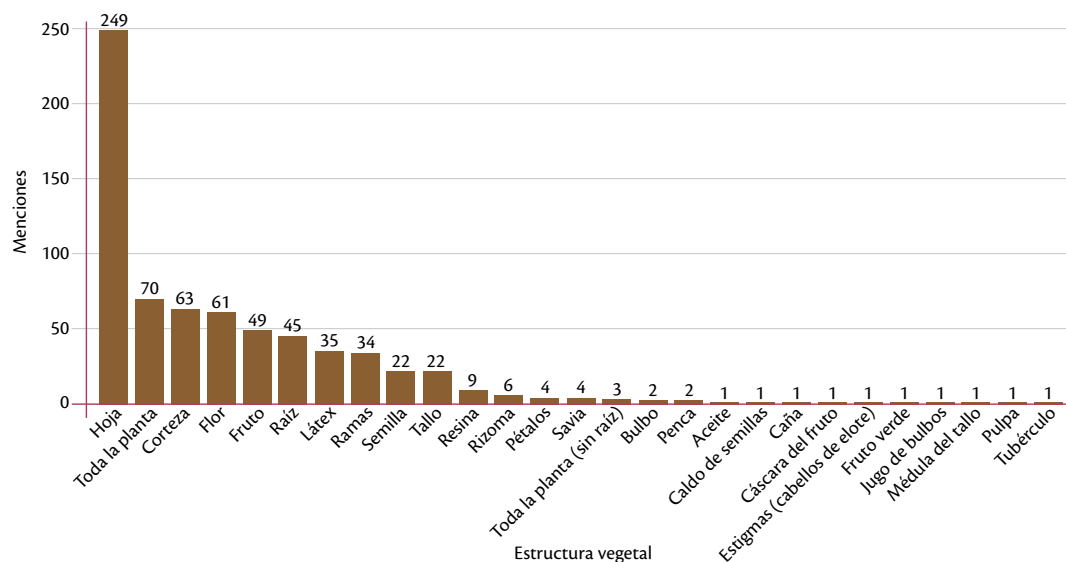


Figura 1. Frecuencia de mención de la estructura vegetal utilizada en la medicina tradicional. Fuente: elaboración propia con datos de Hernández 1959, Cedillo 1990, Maldonado 1997, Ayala 1998, Salazar 2003, Rodríguez 2007, Montoya 2011, Jadúl 2012, Ponce 2014, Acosta 2016, Cabrera 2016.

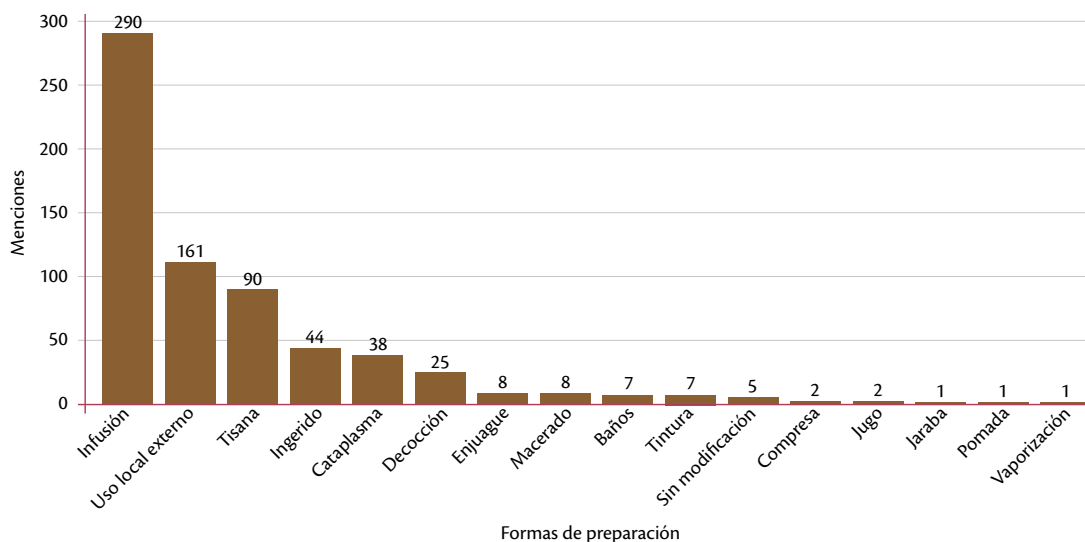


Figura 2. Frecuencia de mención de las formas de preparar y consumir las plantas medicinales. Fuente: elaboración propia con datos de Hernández 1959, Cedillo 1990, Maldonado 1997, Ayala 1998, Salazar 2003, Rodríguez 2007, Montoya 2011, Jadúl 2012, Ponce 2014, Acosta 2016, Cabrera 2016.

Enfermedades que se curan con plantas

En el campo del conocimiento de la antropología, reciben el nombre de enfermedades culturales, aquellas patologías que no se pueden traducir a la nosografía occidental (enfermedades) y que son ampliamente reconocidas por los pueblos indígenas originarios de América (Peretti 2010).

Las enfermedades culturales se originan por agentes sobrenaturales, entre las que destacan: el mal de ojo, chincual, empacho, vergüenza, susto, espanto, nervios, caída de mollera, aire, malos vientos, caída de matriz, pérdida del alma y del corazón, mal de orín, sentimiento, inflamación de vientre, postemilla o tlanpostemilla (De la Paz 2016).

En Morelos, las enfermedades occidentales atendidas con plantas medicinales corresponden a las que afectan

los aparatos digestivo, respiratorio, urinario, genital, endocrino y circulatorio; así como los sistemas muscular, óseo y nervioso.

Con la base de datos elaborada a partir de la revisión bibliográfica y del trabajo de campo se determinó que las afecciones de mayor incidencia que son atendidas con plantas medicinales son: tos, dolor de estómago, diarrea, fiebre, piquete de alacrán, diabetes, reumas, mal de orín, inflamación de riñón, dolor de cabeza, empaño, úlceras, dolores musculares, insomnio, cólicos, disentería, dolor de oído, infección de ojos, bronquitis, fuegos en la boca, tiña, chincual, sentimiento, aire, anemia, caída de testículos, dolor de pecho, erisipela, espanto, migraña, nube y carnosidad en los ojos.

Plantas medicinales silvestres en la época de la Revolución mexicana

El cuachalalate es uno de los árboles que más se utilizó durante la época revolucionaria. Los zapatistas transmitieron su conocimiento de generación en generación sobre esta especie, por lo que aún se sigue usando como cicatrizante interno y externo. A los hijos y nietos les mencionaban que el polvo de la corteza ayudaba a sanar las heridas producidas por las balas, también que el látex del pegahueso (*Euphorbia tanquahuete*) servía para las quebraduras, torceduras y dolores musculares.

Asimismo, el copal chino (*Bursera bipinnata*) y el linaloe (*B. linanoe*) se utilizaron como antisépticos, así como la cubata (*Acacia cochliacantha*) y el espio blanco (*A. pennatula*) para el piquete de alacrán (Vidal 2017). Además, los pétalos del chicalote (*Argemone ochroleuca*) se mezclaban con la masa que elaboraban las tortillas para dar vitalidad al ejército zapatista (Maldonado 1997).

Recolección tradicional

El abasto de las plantas medicinales está condicionado por la naturaleza –de donde se obtienen los recursos– y por los saberes tradicionales –que permiten llevar a cabo las prácticas herbolarias populares–.

Aunque el uso de las plantas medicinales se incrementó por razones económicas, sociales y culturales, principalmente entre los grupos campesinos e indígenas que no tienen acceso a los servicios de salud (Palacios 2004), el manejo tradicional no pone en riesgo a las

poblaciones de plantas silvestres, ya que se recolecta sólo lo necesario, y se corta únicamente la parte vegetal útil (Ayala *et al.* 2008).

Mercadeo

Tanto la práctica de la medicina tradicional, como la recolecta y el mercadeo son procesos ancestrales de origen mesoamericano (Hersh-Martínez 2009, Linares y Bye 2009). Por ello, es común encontrar en los tianguis, puestos ambulantes y mercados plantas en fresco, en seco, en polvo, picadas, en trocitos, de una sola especie o combinadas, transformadas en pomadas, jarabes y cremas (Fierro-Álvarez *et al.* 2015).

Particularmente, en los municipios de Jojutla, Tepalcingo, Jonacatepec, Ayala, Jantetelco, Cuautla, Yecapixtla, Atlalahucan, Ocuituco y Tetela del Volcán comercializan plantas medicinales en el tianguis de Ozumba, en el Estado de México, los días martes y viernes (Linares y Bye 2009). También se registran puestos en los tianguis de las ferias regionales tradicionales como la de Tepalcingo, donde se pueden adquirir plantas de zonas frías y cálidas. Además, los mercados de Cuautla, Jojutla y Cuernavaca cuentan con puestos herbolarios donde se ofrecen plantas frescas y secas al menudeo.

Recolección comercial

El modelo neoliberal prevaleciente en México y la demanda comercial de las plantas medicinales, impactan sobre las redes de mercadeo de la flora medicinal silvestre e inducen la sobre-recolección. La demanda creciente genera patrones extractivos altamente agresivos, además de afectar directa y drásticamente a las poblaciones de las especies sujetas a la mayor extracción (Hersh-Martínez 2009).

El modelo económico influye en la pérdida del conocimiento sobre el manejo que hacían los médicos tradicionales, los recolectores y las comunidades indígenas. Las nuevas generaciones de recolectores –sin experiencia o ajenos al contexto del uso y recolección tradicional del recurso– (Martínez-Moreno *et al.* 2016), colectan plantas sin que les importe la hora del día, la época del año, las partes usadas, la forma de secado, las técnicas de recolección, la conservación de individuos y poblaciones (Gutiérrez y Betancourt 2011), lo que genera un riesgo tanto al saber tradicional como a la vegetación.

Entre las especies y variedades enlistadas en este trabajo con usos medicinales, el cuachalalate (*A. adstringens*; Guzmán y Cruz 2014) es la planta con mayor demanda comercial y los principales abastecedores de los mercados son los municipios del sur de Morelos y zonas aledañas. La parte útil de la especie es la corteza, pero para obtenerla es necesario descortezar el tallo principal, lo cual, casi siempre deja indefensos a los árboles y más propensos a sufrir enfermedades. Lo anterior se debe a que si el corte no se realiza adecuadamente se pueden destruir tejidos vitales y causar la muerte del árbol (Solares-Arenas 2002).

Estudios realizados por Solares-Arenas y Gálvez (2002) indican que la recolección de cuachalalate se realiza de noviembre a mayo, y un recolector cosecha por temporada de 150 hasta 300 kg de corteza. En la entidad, la zona abastecedora se encuentra en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla y se estima una recolecta de 22.5 t al año por integrantes de 17 comunidades del municipio de Tlaquiltenango. El municipio de Axochiapan es uno de los lugares de acopio de la corteza que se recolecta en Morelos y la mixteca poblana.

Otros ejemplos de sobre-explotación son: la quina roja (*Simira mexicana*), la quina amarilla (*Hintonia latiflora*), el pegahueso (*Euphorbia tanquahuete*), la doradilla (*Selaginella lepidophylla*), especie de la cual se extrae la planta completa, y las cancerinas (*Pristimera celastroides* y *Semialarium mexicanum*), que son plantas trepadoras de las cuales sólo es funcional la raíz y que por el manejo inadecuado y la demanda comercial han disminuido sus poblaciones (Hersh-Martínez 2009, Fierro-Álvarez *et al.* 2015).

En el mercado Sonora, ubicado en la Ciudad de México, se comercializan 200 t mensuales de plantas medicinales silvestres como producto de la recolección, a un costo promedio de 30 mil pesos por tonelada (Fierro-Álvarez *et al.* 2015). En los mercados de Morelos, los hierberos compran al recolector y venden de manera directa al consumidor; tienen su local en los mercados de las principales ciudades de la entidad: Cuautla, Jojutla y Cuernavaca. En esta última ciudad, se comercializan, en promedio, siete toneladas anuales.

Conclusiones y recomendaciones

Los 690 registros reportados permiten afirmar que el conocimiento sobre el uso y manejo de las plantas

medicinales silvestres y cultivadas sigue vigente en Morelos. Se observa un auge en la búsqueda de alternativas para la salud frente a los altos costos en la medicina alópata y las nuevas enfermedades, como: cáncer, chikungunya, zika, entre otras.

Sin embargo, falta mucho por estudiar sobre los pueblos originarios asentados en los municipios más apartados de las zonas conurbadas de Cuernavaca y Cuautla, ya que éstos son los depositarios del conocimiento ancestral sobre el uso medicinal de plantas, y también de animales, minerales, hongos, fuego y agua.

La organización de las comunidades, especialmente de los recolectores, es indispensable para diseñar estrategias que permitan la recuperación de los bosques que cuentan con plantas medicinales. Así como, contar con estudios etnoecológicos de sustento que incluyan el inventario de las plantas medicinales, su uso, manejo y destino final, formas de recolección y zonas de aprovechamiento.

Asimismo, dichas estrategias deberán plantearse las siguientes metas:

1. Establecer jardines botánicos comunitarios, municipales o escolares con fines de conservación de las plantas medicinales silvestres.
2. Apoyos económicos para que los recolectores, a través de una organización comunitaria cultiven plantas silvestres medicinales.
3. Ubicar los sitios de colecta para seleccionar a las plantas madre de las diferentes especies prioritarias, con base en los estudios previos.
4. Establecer un centro de acopio comunitario local y regional y establecer estrategias de comercialización.
5. Diseñar cursos para la elaboración de los productos medicinales, la cosecha, el secado de plantas y el cultivo.

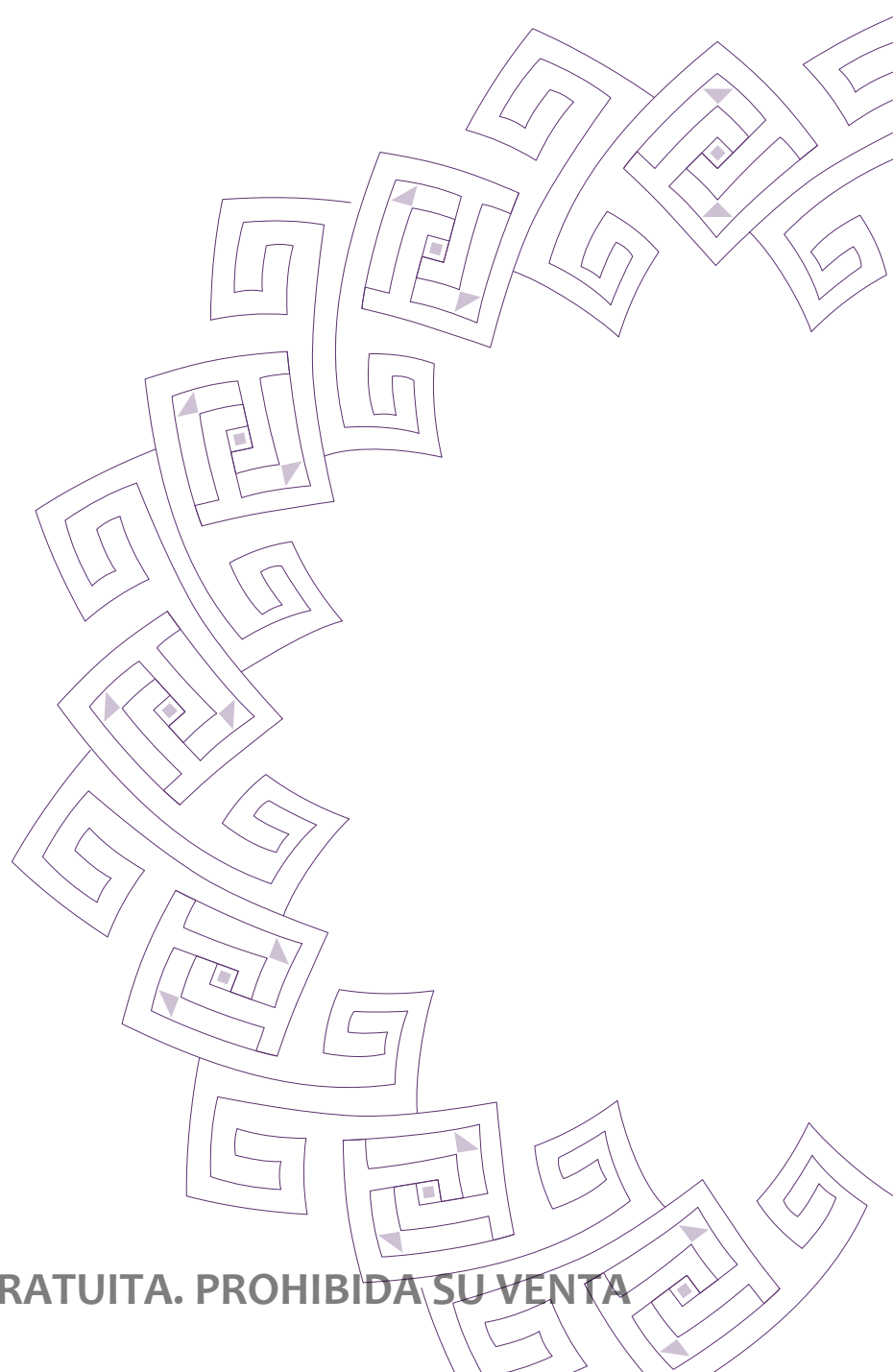
Por otra parte, se requiere urgentemente de leyes que protejan el conocimiento tradicional sobre el uso y manejo de las plantas medicinales para evitar la biopiratería, saqueo de recursos autóctonos de acceso libre y conocimiento indígena tradicional (Barreda 2001). Además de promover estrategias de manejo y cultivo de las especies silvestres, donde participen grupos sociales y gubernamentales, con el objetivo de conservar las semi-llas nativas.

Finalmente, es necesario impulsar la cooperación entre las instancias de gobierno y las comunidades. En los últimos cinco años, el gobierno federal, a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en Morelos, ha promovido el cultivo de plantas medicinales y aromáticas para evitar que los campesinos vendan sus parcelas, y que integra al cultivo de plantas medicinales silvestres la asesoría técnica especializada que permita disminuir la recolección de plantas silvestres con fines comerciales, pues esto afecta directamente a estas poblaciones de plantas.

Referencias

- Acosta, D.M. 2016. *Medicina tradicional: patrimonio biocultural de Tepoztlán, Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Ayala, M.I. 1998. *Etnobotánica fuente de evidencias de la resistencia cultural en Tejalpa municipio de Jiutepec, Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Ayala, M.I., R. Monroy y H. Colín. 2008. El manejo integrado de árboles nativos en el trópico seco de Morelos. En: *Manejo integrado de recursos bióticos. Estudios de caso*. R. Oliver, M. Taboada y A. Granjeno (comps.). AGT Editor, México, pp. 13-29.
- Balderas, N. 2012. La herbolaria en la Nueva España y su empleo en la botica del colegio de las Vizcaínas 1775-1780. *Multidisciplinarias* 11:47-59.
- Balvanera, P., H. Cotler, O. Aburto et al. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*, vol. II. CONABIO, México, pp. 185-245.
- Barreda, A. 2001. Biopiratería y resistencia en México. *El cotidiano* 18(10):21-39.
- Bermúdez, A., M. Oliveira-Miranda y D. Velázquez. 2005. La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Interciencia* 30(8):454-459.
- Cabrera, J.B. 2016. *La importancia de la flora para los habitantes del Tepete y los Ailes en la zona del Corredor Biológico Chichinautzin*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Calderón, A. 2005. *Usos y costumbres sobre la medicina tradicional indígena en el sur de Jalisco*. Programa de Apoyo a las Culturas Municipales y Comunitarias-CONACULTA, México.
- Cedillo, E. 1990. *Las plantas útiles del municipio de Tepoztlán, Morelos*. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de Ciencias-UNAM, México.
- Cervantes, L. y G. Valdés. 1990. Plantas medicinales del distrito de Ocotlán, Oaxaca. *Anales del Instituto de Biología serie botánica* 60:85-103.
- Chan, M. 2013. *Estrategia de la oms sobre medicina tradicional 2014-2023*. En: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/95008/1/9789243506098_spa.pdf>, última consulta: 21 de mayo de 2018.
- Cosme, I. 2008. El uso de las plantas medicinales. *Revista intercultural* (enero 2018):23-26
- Cuevas, V. 2016. El simbolismo de consumo de las plantas aromáticas albahaca y ruda en los servicios turísticos alternativos en Tulum (Quintana Roo, México). *Pensamiento y gestión* 41:240-261.
- De la Paz, M. 2016. Partera tradicional. Comunicación personal, noviembre.
- Estrada, E. 1994. Jardines botánicos comunitarios: plantas medicinales. En: *Domesticación de plantas medicinales en Centroamérica. Actas de la reunión técnica centroamericana celebrada del 30 de mayo al 3 de junio de 1994*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza/Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo/OPS-OMS/OEA, Costa Rica, pp. 84-90.
- Fierro-Álvarez, A., M. González-López, D. Montiel et al. 2015. *La recolección y cultivo de especies medicinales y aromáticas silvestres, una propuesta de manejo sostenible*. En: <http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible5/5_1/33.pdf>, última consulta: 11 de octubre de 2017.
- García-Lara, F., L.A. Beltrán-Rodríguez, G. Zúñiga et al. 2012. La contribución del Jardín Etnobotánico del Centro INAH-Morelos en la aplicación de la Estrategia Global y la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal. En: *Jardines botánicos: contribución a la conservación vegetal de México*. J. Caballero (coord.). CONABIO, México, pp. 84-95.
- Gutiérrez, M. y Y. Betancourt. 2011. *El mercado de plantas medicinales en México: situación actual y perspectivas de desarrollo*. En: <<https://es.slideshare.net/hierbasmexico/el-mercado-de-plantas-medicinales-en-mxico-magd-syba>>, última consulta: 11 de octubre de 2017.
- Guzmán, A. y E. Cruz. 2014. Manejo de plantaciones de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) en áreas de la selva baja caducifolia. *Revista mitigación del daño ambiental, agroalimentación y forestal en México* 1(1):159-166.
- Hernández, F. 1959. *Historia natural de las plantas de la Nueva España*. UNAM, México.
- Hersh-Martínez, P. 2009. Plantas medicinales silvestres del suroccidente poblano y su colindancia en Guerrero, México: rutas de comercialización, antecedentes y dinámica actual. En: *Caminos y mercados de México*. J. Long y A. Attolini (coords.). Instituto de Investigaciones Históricas-UNAM, México, pp. 665-686.

- Jadúl, P. 2012. *Factores que influyen en la diversidad florística de los huertos familiares de Tlaquiltenango, Morelos, México*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Jiménez, M., J. Tarín y V. Mendoza. 2015. *Farmacia viviente: tlaminime panomacani, Manual de uso de plantas medicinales*. UAM, México.
- Jorand, B. 2008. Formas de transformación del conocimiento de la medicina tradicional en los pueblos nahuas del municipio de Hueyapan, Sierra Norte de Puebla. *Cuicuilco* 44(15):181-196.
- Linares, E. y R. Bye. 2009. La dinámica de un mercado periférico de plantas medicinales de México: el tianguis de Ozumba, Estado de México, como centro acopiador para el mercado de Sonora (mercado central). En: *Caminos y mercados de México*. J. Long y A. Attolini (coords.). Instituto de Investigaciones Históricas-UNAM, México, pp. 631-664.
- Maldonado, B. 1997. *Aprovechamiento de los recursos florísticos de la sierra de Huautla Morelos, México*. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de Ciencias-UNAM, México.
- Martínez-Moreno, D., G. Valdez-Eluterio, F. Basurto-Peña et al. 2016. Plantas medicinales de los mercados de Izúcar de Matamoros y Acatlán de Osorio, Puebla. *Polibotánica* 41:153-178.
- Monroy-Ortiz, C. y P. Castillo. 2007. *Plantas medicinales utilizadas en el estado de Morelos*. CONABIO-UAEM, México.
- Montoya, A. 2011. *Los huertos tradicionales de Tlayacapan, Morelos: productores de bienes y servicios ambientales con significado cultural*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Mundy, F. 1580. Mapa de Oaxtepec. En: *Tres mapas de las Relaciones geográficas del actual estado de Morelos*. Colección latinoamericana Nettie Lee Benson. Universidad de Texas, Estados Unidos de América.
- NCCAM. National Center for Complementary and Alternative Medicine. 2011. *¿Qué es la medicina complementaria y alternativa?* En: <<https://nccih.nih.gov/sites/nccam.nih.gov/files/informaciongeneral.pdf>>, última consulta: 8 de octubre de 2017.
- Ocampo, R. y R. Valverde. 2000. *Manual de cultivo y conservación de plantas medicinales*. Enda Caribe/Tramil, Costa Rica.
- OMS. Organización Mundial de la Salud. 2013. *Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023*. En: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/95008/1/9789243506098_spa.pdf>, última consulta: 13 de febrero de 2017.
- Palacios, E. 2004. Economía y plantas medicinales. *Pensamiento crítico* 3:11-23.
- Peretti, L. 2010. Las "enfermedades culturales", la etnosiquiatría y los terapeutas tradicionales de Guatemala. *Scripta Ethnologica* 32:17-28.
- Pochettino, M.L. 2007. La columna: conocimiento botánico tradicional. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 6(1):3-4.
- Ponce, A.Y. 2014. *Estudio ecológico y etnobotánico de los huertos frutícolas tradicionales de Pueblo Nuevo, municipio de Tlaltzapán, Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Rodríguez, A. 2007. *Flora útil de Tlacotepec, municipio de Zacualpan de Amilpas, Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Salazar, L. 2003. Semblanza histórica, introducción al museo y catálogo de colecciones. En: *Jardín Etnobotánico, Museo de Medicina Tradicional y Herbolaria*. Cuernavaca, Morelos. L. Parrilla (coord.). INAH, México, pp. 61-246.
- Solares-Arenas, F. 2002. *Especies no maderables de clima tropical seco. Técnicas de descortezamiento para hacer un uso sustentable de la corteza de cuachalalate (Amphipterygium adstringens Schiede ex Schlecht.) para su uso medicinal*. SAGARPA/INIFAP, México.
- Solares-Arenas, F. y M.C. Gálvez-Cortéz. 2002. *Manual para una producción sustentable de corteza de cuachalalate (Amphipterygium adstringens Schiede ex Schlecht.)*. SAGARPA/INIFAP, México.
- Vidal, G. 2017. Campesino. Comunicación personal, marzo.
- Zepeda, C. y L. White. 2008. Herbolaria y pintura mural: plantas medicinales en los murales del convento del divino Salvador de Malinalco, Estado de México. *Polibotánica* 25:173-199.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Actividad antioxidante de la uña de gato (*Pereskia aculeata*)

Amanda Ortiz Sánchez, Lucía Corona Sánchez, Ricardo Andrés Ramos Torres y Verónica Rodríguez López

Introducción

La uña de gato (*Pereskia aculeata*) perteneciente a la familia de las cactáceas, se utiliza con fines medicinales, alimenticios y ornamentales. La *P. aculeata* (figura 1) es una planta trepadora con espinas en los tallos que presenta hojas suculentas y flores terminales de color blanco; el fruto es una baya de color naranja brillante (figura 2).

En el estado se cultiva particularmente en los municipios de Cuernavaca, Xochitepec, Jojutla, Temixco, Zacatepec y Puente de Ixtla (Meza 2011). También se distribuye en los trópicos de América: desde Brasil hasta el sur de Estados Unidos de Norteamérica (Meza 2011).

Específicamente, en Brasil se le conoce como *ora pro nobis* (Takeiti *et al.* 2009, Ferreira de Almeida *et al.* 2014).

Uso tradicional

Las plantas medicinales han sido utilizadas en muchas comunidades rurales del mundo como remedios naturales que tienen efectos terapéuticos en la prevención de múltiples enfermedades (Hopkins *et al.* 2015). Asimismo, son valiosas para la industria alimenticia y cosmética como aditivos (Sengul *et al.* 2009, Ortega-Ramírez *et al.* 2014).

En Morelos, *P. aculeata* se cultiva en huertos familiares por lo que para obtener la información etnobotánica para



Figura 1. Flor de uña de gato (*Pereskia aculeata*). Foto: Amanda Ortiz.



Figura 2. Fruto de uña de gato (*Pereskia aculeata*). Foto: Amanda Ortiz.

Ortiz-Sánchez, A., L. Corona S., R.A. Ramos-Torres y V. Rodríguez-López. 2020. Actividad antioxidante de la uña de gato (*Pereskia aculeata*). En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 78-81.

este estudio se realizaron 26 entrevistas a los manejadores de estos agroecosistemas en la comunidad de Tilzapotla, en el municipio de Puente de Ixtla.

Todos los entrevistados mencionaron que *P. aculeata* se aprovecha ampliamente como medicina preventiva contra el cáncer. Además, las hojas y los frutos frescos se consumen como alimento.

En el caso de las hojas, se preparan en forma de ensalada o de licuado, solas o combinadas con otras plantas como el nopal o frutas como la manzana (Ortiz-Sánchez *et al.* 2015). Específicamente en Brasil, dicha parte de la planta se ocupa en la medicina tradicional para la cicatrización de heridas (Gronner *et al.* 1999).

Estudios previos demuestran la capacidad cicatrizante y la actividad antiinflamatoria de *P. aculeata*, lo que corrobora su uso popular (Ferreira de Almeida y Duarte Corrêa 2012, Pinto y Scio 2014, Pinto *et al.* 2015). Asimismo, en los trabajos de Pinto y colaboradores (2015) reportaron que algunos extractos de la *P. aculeata* inhibían el cáncer de mama (MCF-7) y de leucemia promielocítica humana (HL60).

Por su parte, Souza *et al.* (2016) evaluaron algunos extractos y encontraron que éstos presentaban actividad antimicrobiana de amplio espectro contra bacterias,¹ lo que nuevamente corrobora su uso en la medicina tradicional. En él mismo trabajo se describió la actividad antioxidante de las hojas de esta especie recolectada en Brasil, y se adjudicó dicha actividad a un alto contenido de polifenoles.

La uña de gato además se utiliza en la cocina brasileña de zonas marginadas, debido a su elevado contenido nutricional, ya que sus hojas contienen altos niveles de proteínas, en comparación con otras plantas comúnmente empleadas para la alimentación humana (Carneiro-Girão *et al.* 1997, Ramalho-Mercê *et al.* 2001), y son ricas en minerales, fibra dietética, vitaminas A y C, y ácido fólico (Takeiti *et al.* 2009). Por sus propiedades nutricionales, a *P. aculeata* se le conoce en Brasil como carne de los pobres (Rocha *et al.* 2008).

Actividad antioxidante

A los radicales libres se les señala como probables determinantes de la patogénesis de muchas enfermedades degenerativas y crónicas que se desarrollan con la edad,

como: el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, las cataratas y las disfunciones del sistema inmunitario (Halliwell y Gutteridge 1999). Por su papel potencial en la prevención de estas enfermedades, los compuestos naturales con actividad antioxidante son de gran interés tanto de los investigadores, como de nutricionistas (Lenucci *et al.* 2006).

En el presente documento se reporta la actividad antioxidante de las hojas de la *P. aculeata* que se recolectó en Morelos, con la finalidad de conocer su uso potencial como fuente de compuestos antioxidantes, nutricionales, terapéuticos y como posible conservador. Lo anterior con el propósito de establecer una comparación con las propiedades antioxidantes reportadas en ejemplares brasileños de *P. aculeata* (Souza *et al.* 2016) y en un extracto estandarizado de *Camellia sinensis* (té verde, estandarizado a 95% de galato de epigallocatequina EGCG, Teavigo™).

El té verde (*C. sinensis*) es una fuente significativa de compuestos con fuertes capacidades antioxidantes, razón por la cual se utiliza como referencia comparativa en el presente trabajo. Además, estos compuestos antioxidantes han atraído recientemente la atención como agentes con efectos anticancerígenos, antidiabéticos, antivirales, antipalúdicos, entre otros (Manian *et al.* 2008, Sharangi 2009).

La estimación de la actividad antioxidante es un parámetro de evaluación de la calidad nutricional de los alimentos (Lenucci *et al.* 2006). Destacan los métodos que se basan en la medición de la capacidad que presentan los compuestos antioxidantes para reaccionar con un radical libre determinado, como es el caso del método de DPPH y ABTS (Prior *et al.* 2005), usado en el presente estudio.

La actividad antioxidante del extracto metanólico total de *P. aculeata* y del extracto estandarizado de *C. sinensis* se determinó por el método DPPH (cuadro 1). Los resultados se reportan en valores de concentración inhibitoria media (CI_{50}) y en microgramos por mililitro ($\mu\text{g/ml}$). El valor de la concentración inhibitoria media es inversamente proporcional a la capacidad antioxidante (Barrón-Yáñez *et al.* 2011).

La mayor capacidad antioxidante con DPPH fue observada en el estándar de *C. sinensis* ($CI_{50}=35.4 \pm 0.40 \mu\text{g/ml}$), seguido del extracto metanólico total de *P. aculeata* de Tilzapotla, Morelos ($CI_{50}=917.3 \pm 27.82 \mu\text{g/ml}$). Estos valores se pueden comparar con los datos reportados por

¹ Gram-positivas: *Staphylococcus aureus* (DMS 25923) y dos tipos de *Bacillus cereus* (DSM4313, DSM 4384). Gram-negativas: *Escherichia coli* (DMS 857) y *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC50071).

Souza *et al.* (2016), quienes usaron el mismo método y encontraron valores de Cl_{50} mayores ($Cl_{50}=7\ 090\ \mu\text{g/ml}$).

La fuerte actividad de eliminación de DPPH de *C. sinensis* puede atribuirse en parte a las catequinas y a algunos polifenoles de bajo peso molecular (Zhu *et al.* 2002). La muestra de *P. aculeata* recolectada en Morelos exhibió una actividad antioxidante ocho veces mayor a la reportada para el ejemplar brasileño. Esta diferencia se puede deber a que las propiedades antioxidantes de las plantas medicinales dependen de muchos factores, como se mencionó anteriormente.

Respecto al efecto del extracto metanólico total de *P. aculeata* y del extracto estandarizado de *C. sinensis* sobre la actividad de eliminación de cationes radicales de ABTS,² se puede observar que la capacidad antioxidante del extracto de *P. aculeata* de Tilzapotla, es 10 veces menor a la capacidad antioxidante del estándar de *C. sinensis* (TeavigoTM), lo que confirma los resultados obtenidos por el método de DPPH (cuadro 2). Cabe mencionar que en el ensayo de ABTS, al igual que en método de DPPH, los resultados se expresan en valores de concentración inhibitoria media (Cl_{50}) y también se reportan en $\mu\text{g/ml}$.

Conclusiones

La uña de gato (*P. aculeata*) es una de las especies más interesantes dentro de las cactáceas de México. Por un lado, sus frutos son un importante recurso alimentario para los murciélagos y para las aves (quienes fungen como dispersores), por lo que la conservación de esta familia es crucial para mantener los procesos de los ecosistemas como las cadenas tróficas.

Por otra parte, la información etnobotánica obtenida para este estudio demuestra que la *P. aculeata* es una planta que la comunidad de Tilzapotla aprovecha y protege con gran interés. La emplean con fines preventivos, por lo que la consumen con frecuencia, y también le dan un uso ornamental. Su fácil reproducción vegetativa favorece su manejo.

Las múltiples formas en las que esta planta se utiliza indican una función relevante en la vida diaria de los usuarios. Asimismo, revela que quienes la aprovechan tienen una amplia visión del cuidado de la salud y de la conservación de la biodiversidad.

Cuadro 1. Comparación de la capacidad antioxidante cuantificada por el método DPPH en ejemplares de *Pereskia aculeata* de Morelos y Brasil. A menor valor de Cl_{50} mayor capacidad antioxidante.

Muestra	$Cl_{50} \pm DE\ (\mu\text{g/ml})$
<i>Camellia sinensis</i> , Teavigo TM (extracto estandarizado de EGCG a 95%)	35.4 \pm 0.40
<i>Pereskia aculeata</i> de Tilzapotla, Morelos (extracto metanólico total)	917.3 \pm 27.82
<i>P. aculeata</i> de Brasil (extracto metanólico)	7 090

EGCG: galato de epigallocatequina; DE: desviación estándar. Fuente: elaboración propia con datos de Rodríguez-López *et al.* 2016, Souza *et al.* 2016.

Cuadro 2. Comparación de la capacidad antioxidante cuantificada por el método ABTS en ejemplares de *Pereskia aculeata* de Morelos y el antioxidante estándar *Camellia sinensis* (TeavigoTM). A menor valor de Cl_{50} mayor capacidad antioxidante.

Muestra	$Cl_{50} \pm DE\ (\mu\text{g/ml})$
<i>Camellia sinensis</i> , Teavigo TM (extracto estandarizado de EGCG a 95%)	4.28 \pm 0.79
<i>Pereskia aculeata</i> de Tilzapotla, Morelos (extracto metanólico total)	44.27 \pm 1.97

EGCG: galato de epigallocatequina; DE: desviación estándar. Fuente: elaboración propia con datos de Rodríguez-López *et al.* 2016.

Al tener en cuenta la alta incidencia de enfermedades con daño oxidativo como factor etiológico en el continente, era importante evaluar la actividad antioxidante de la especie *P. aculeata*, que es un claro ejemplo de la biodiversidad de México. Con base en los resultados aquí presentados, *P. aculeata* posee metabolitos secundarios que le confieren una capacidad antioxidante. Si bien su valor está por debajo de la capacidad antioxidante de *C. sinensis*, *P. aculeata* puede contribuir a incrementar el aporte de este tipo de nutrientes y mejorarlo por su alto contenido de proteínas (Rocha *et al.* 2008).

Además, de acuerdo con Chivenge *et al.* (2015), la promoción de cultivos tradicionales como *P. aculeata*, permite incrementar la biodiversidad genética, por su potencial para mejorar la seguridad alimentaria y nutricional de la población. Las decisiones que toma la población sobre el manejo de las plantas están influidas por sus necesidades. Actualmente, la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de sus componentes es una prioridad ante la crisis ambiental que el planeta enfrenta.

² La evaluación de la capacidad antioxidante por el método de ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico (ABTS⁺⁺) permite valorar antioxidantes hidrofílicos y lipofílicos (Alam *et al.* 2013). También se realizó el estudio con el método reportado por Salgado *et al.* 2015.

Por todo lo anterior, *P. aculeata* sobresale como una especie promisorio y poco estudiada, por lo que queda un extenso trabajo por hacer para aprovechar de manera sustentable esta planta.

Referencias

- Alam, M.N., N.J. Bristi y M. Rafiqzaman. 2013. Review on *in vivo* and *in vitro* methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal* 21:143-152.
- Barrón-Yáñez, R., M.R. García-Mateos, M. Soto-Hernández et al. 2011. Flavonoides y actividad antioxidante de *Calia secundiflora* (Ort.) Yakovlev. *Revista Fitotecnia Mexicana* 34(3):151-157.
- Carneiro-Girão, L., J.C. da Silva-Filho, J.E.B.P. Pinto y S.K. Vilela- Bertolucci. 1997. *Avaliação da composição bromatológica de ora-pro-nobis*. En: <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/pmf5000c.pdf>>, última consulta: 21 de mayo de 2018.
- Chivenge, P., T. Mabhaudhi, A.T. Modi y P. Mafongoya. 2015. The potential role of neglected and underutilised crop species as future crops under water scarce conditions in Sub-Saharan Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12(6):5685-5711.
- Ferreira de Almeida, M.E. y A. Duarte-Corrêa. 2012. Utilização de cactáceas do gênero *Pereskia* na alimentação humana em um município de Minas Gerais. *Ciência Rural* 42(4):751-756.
- Ferreira de Almeida, M.E., A.M. Bernardes-Junqueira, A.A. Simao y A. Duarte-Corrêa. 2014. Chemical characterization of the non-conventional vegetable known as ora-pro-nobis. *Bioscience Journal* 30(3):431-439.
- Gronner, A., V.D. Silva y W.R. Maluf. 1999. Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*): a carne do pobre. *Boletim Técnico de Hortaliças* 37:196-202.
- Halliwell, B. y J.M.C. Gutteridge. 1999. *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford University Press, Oxford.
- Hopkins, A.L., J.R. Stepp, C. McCarty y J.S. Gordon. 2015. Herbal remedy knowledge acquisition and transmission among the Yucatec Maya in Tabi, Mexico: a cross-sectional study. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine* 11(33):1-10.
- Lenucci, M.S., D. Cadinu, M. Taurino et al. 2006. Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(7):2606-2613.
- Manian, R., N. Anusuya, P. Siddhuraju y S. Manian. 2008. The antioxidant activity and free radical scavenging potential of two different solvent extracts of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz, *Ficus bengalensis* L. and *Ficus racemosa* L. *Food Chemistry* 107(3):1000-1007.
- Meza, M.V. 2011. *Resumen ejecutivo. Asesoría Cactáceas mexicanas: usos y amenazas*. En: <http://www.inecc.gob.mx/descargas/con_eco/2011_Cact_mex_usos_amenazas.pdf>, última consulta: enero 2017.
- Ortega-Ramírez, L.A., I. Rodríguez-García, J.M. Leyva et al. 2014. Potential of Medicinal Plants as Antimicrobial and Antioxidant Agents in Food Industry: a Hypothesis. *Journal of Food Science* 79(2):R129-R137.
- Ortiz-Sánchez, A., C. Monroy-Ortiz, A. Romero-Manzanares et al. 2015. Multipurpose functions of home gardens for family subsistence. *Botanical Sciences* 93(4):791-806.
- Pinto, N. de C., D.C. Machado, J.M. da Silva et al. 2015. *Pereskia aculeata* Miller leaves present *in vivo* topical anti-inflammatory activity in models of acute and chronic dermatitis. *Journal of Ethnopharmacology* 173:330-337.
- Pinto, N. de C. y E. Scio. 2014. The biological activities and chemical composition of *Pereskia* species (Cactaceae) - A review. *Plant foods for human nutrition* 69(3):189-195.
- Prior, R.L., X. Wu y K. Schaich. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(10):4290-4302.
- Ramvalho-Mercê, A.L., J.S. Landaluze, A.S. Mangrich et al. 2001. Complexes of arabinogalactan of *Pereskia aculeata* and Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , and Ni^{2+} . *Bioresource technology* 76(1):29-37.
- Rocha, D., G. Pereira-Júnior, G. Vieira et al. 2008. Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. *Alimentos e Nutrição Araraquara* 19(4):459-465.
- Rodríguez-López, V.R., A. Ramos-Torres, A. Ortiz-Sánchez et al. 2016. Evaluación química y farmacológica preliminar de hojas de *Pereskia aculeata*. México (inédito).
- Salgado, N., P. Aragón, M. Acevedo et al. 2015. Radical scavenging, antioxidant, and cytotoxic activities of the methanolic extracts from different organs of *Ternstroemia pringlei*. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 28(6):2279-2284.
- Sharangi, A.B. 2009. Medicinal and Therapeutic Potentialities of Tea (*Camellia sinensis* L.) - A review. *Food Research International* 42:529-535.
- Sengul, M., H. Yildiz, N. Gungor et al. 2009. Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plants. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 22(1):102-106.
- Souza, L.F., L. Caputo, I. Bergman et al. 2016. *Pereskia aculeata* Miller (Cactaceae) leaves: chemical composition and biological activities. *International Journal of Molecular Sciences* 17(1478):1-12.
- Takeiti, C., G. Antonio, E. Motta et al. 2009. Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 60:148-160.
- Zhu, Q.Y., R.M. Hackman, J.L. Ensunsa et al. 2002. Antioxidative activities of oolong tea. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50:6929-6934.

Distribución, aprovechamiento y conservación del linaloe (*Bursera linanoe*)

Efraín Cruz Cruz, Areli Madai Guzmán Pozos y Verónica Mariles Flores

Introducción

El linaloe (*Bursera linanoe*) es nativo de México (Villaseñor 2016) y se distribuye en Oaxaca, Puebla, Morelos y Guerrero. La especie también es conocida como copalillo, linaloe, linanoé, ulinoé, nanué, linalué, ulinalué o xochicopal (Rzedowski *et al.* 2004).

Durante el siglo XIX y la primera mitad del XX, el aceite esencial extraído de la madera del linaloe se exportaba a Europa (Rzedowski *et al.* 2004). Otro uso de este árbol es llevado a cabo, hasta la fecha, por los artesanos de Olinalá, en Guerrero, quienes elaboran artesanías de madera, como cajitas y baúles, que llevan impregnado el característico olor a lima y limón del linaloe (Orozco-Cirilo *et al.* 2009).

En Morelos, esta especie se localiza en la región sur, en comunidades vegetales de la selva baja caducifolia, principalmente en la sierra de Huautla. Las organizaciones de productores de las comunidades de Chimalacatlán (en Tlaquiltenango) y La Tigra (en Puente de Ixtla) recolectan el fruto del linaloe en los meses de agosto y septiembre, y extraen el aceite esencial mediante el arrastre de vapor (Solares-Arenas *et al.* 2009).

Este proceso consiste en generar vapor de agua en una pequeña caldera, que posteriormente se conduce a un depósito con el fruto macerado. Cuando el vapor pasa a través del depósito, arrastra los aceites contenidos en los frutos que se recolectan por medio del enfriamiento.

Establecimiento y distribución del linaloe

La presencia, abundancia y crecimiento del linaloe están determinados por diversos factores (ecológicos abióticos, climáticos) como: su explotación, los polinizadores,

los dispersores de semillas, las asociaciones florísticas en las que se establece, y las características fisiológicas y reproductivas de la especie (Cruz-Cruz *et al.* 2017).

El linaloe crece en una altitud entre 550 y 1 519 msnm, con una frecuencia mayor entre 600 y 1 200 msnm, en terrenos con pendientes de 25 a 60%, predominantemente con exposición sur (52%), en suelos de origen metamórfico (48%) e ígneo (45%; Cruz-Cruz *et al.* 2009b). En cambio, en suelos de origen sedimentario y con altos contenidos de carbonatos, su presencia es muy limitada (3%; Cruz-Cruz *et al.* 2009b, Hernández-Pérez *et al.* 2011). Esta especie tiene preferencia por terrenos pedregosos con índices de ocurrencia de 20 a 30%, e incluso se le puede encontrar en taludes de carreteras rocosas (figura 1).

Los suelos más aptos para el desarrollo del linaloe son aquellos con buen drenaje, someros, arenosos o franco arenoso; mientras que, en suelos pesados o de textura arcillosa, la planta presenta problemas de sobrevivencia (Cruz-Cruz *et al.* 2009b). Cabe señalar que las características descritas se encuentran limitadas al sur de Morelos (figura 2).

El linaloe se asocia con diversas especies en su ambiente natural, algunas de ellas también son del género *Bursera*, y otras como: chupandía (*Cyrtocarpa procera*), palo de Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), cacaloxochitl (*Plumeria rubra*), cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) y tepemezquite (*Mimosa* sp.), entre otras. Esta asociación favorece la presencia del linaloe, ya que en su etapa inicial de desarrollo requiere de una planta nodriza, además de la polinización por medio de insectos y de dispersores de semillas, como aves y hormigas. Como resultado, el linaloe tiene un papel significativo en la conservación de la biodiversidad del ecosistema de la selva baja caducifolia (Cruz-Cruz *et al.* 2009b).

Cruz-Cruz, E., A.M. Guzmán-Pozos y V. Mariles-Flores. 2020. Distribución, aprovechamiento y conservación del linaloe (*Bursera linanoe*). En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 82-87.



Figura 1. Planta de linaloe en talud de carretera. Foto: Efraín Cruz-Cruz.

A partir de la determinación de los requerimientos ecológicos y la prospección por medio de trabajo de campo, se determinó que la mayor superficie con potencial óptimo de distribución de linaloe en el estado se encuentra en los municipios de Tlaquiltenango (7 336 ha), Puente de Ixtla (680 ha) y Tlaltizapán (503 ha; Mariles-Flores *et al.* 2009).

Propagación de la especie

En campo, se ha encontrado que 40% de los frutos poseen semillas viables, mismas que presenta una testa de color café oscuro, rodeada de una cubierta carnosa o pseudoarilo de color rojizo. Además de la baja presencia de semillas viables, la producción varía según el año; cuando ésta es alta, se denomina año semillero (figura 3; Cruz-Cruz *et al.* 2009a).

De las semillas de linaloe recién cosechadas en la sierra de Huautla germinan menos de 10% (Guzmán-Pozos 2017). Para incrementar este porcentaje, se les aplica ácido sulfúrico concentrado al 98%, por 30 a 45 minutos.

Sin embargo, por las diferencias genéticas de los individuos y las condiciones ambientales específicas de crecimiento en campo, los porcentajes de emergencia de la semilla en vivero son variables (figura 4).

Sólo un tercio de la semilla de los árboles emerge por arriba del valor promedio (15%, figura 4). Esta referencia es fundamental para planear la multiplicación de la planta en un programa de reforestación.

Por otro lado, el conocimiento en la reproducción asexual es escaso. Las investigaciones muestran variación en la respuesta por la época de corte de las estacas, tratamiento con enraizadores, diámetro y posición de la rama en el árbol, entre otros. De estos factores, el más importante es el momento del corte de las estacas para el desarrollo de raíces y yemas, el cual ocurre a finales de abril y principios de mayo (Cruz-Cruz *et al.* 2017).

Condición de las poblaciones naturales

En el sur de Morelos, el pastoreo y el ramoneo desordenado del ganado bovino y caprino afectan la repoblación

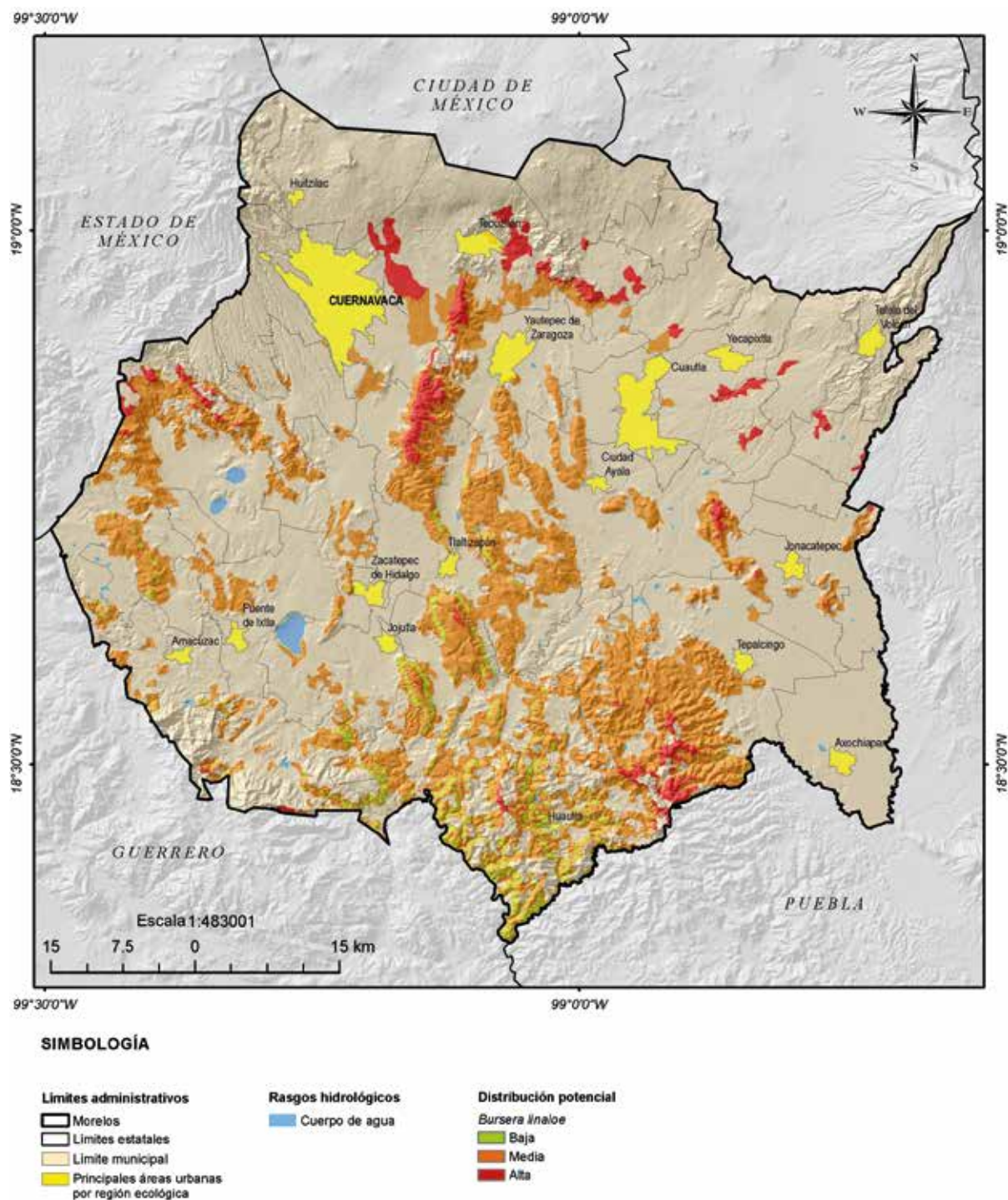


Figura 2. Áreas con potencial de distribución de linaloe en los municipios de Morelos. Fuente: elaboración propia con datos de Mariles-Flores *et al.* 2009.



Figura 3. Fructificación del linaloe, con exposición de las semillas y su pseudoarilo. Foto: Efraín Cruz-Cruz.

natural del linaloe, ya que causan daños físicos en las plantas juveniles, retrasan su crecimiento, las deforman o las matan (figura 5). La presencia del ganado sin control altera la estructura de la población del linaloe. Esto se observa en la dominancia de plantas viejas, y en la ausencia de renuevos que conserven la especie –los cuales pueden asegurar un aprovechamiento sustentable–.

Al inicio de la temporada de lluvias, las plántulas de linaloe que crecen bajo la proyección de la copa de los árboles en edad reproductiva mueren en un lapso breve, por la dominancia que los adultos tienen sobre la luz, el agua y los nutrientes. Adicionalmente, el tamaño de los árboles adultos en edad reproductiva es variable. Por ejemplo, en terrenos de Huautla, los individuos alcanzan una altura promedio de 6 m, un diámetro de tallo a la altura del pecho de 31 cm y una copa de 7 m de diámetro (Cruz-Cruz *et al.* 2017).

Asimismo, la recolección de los frutos que llevan cabo los pobladores de las comunidades morelenses para la destilación del aceite, puede propiciar una selección disgénica. Esto es, una selección de plantas poco productivas de semilla y con características morfológicas desfavorables para la sobrevivencia de la especie, por ejemplo, se puede promover el mantenimiento de individuos poco vigorosos y susceptibles a factores extremos (Cruz-Cruz *et al.* 2009a).

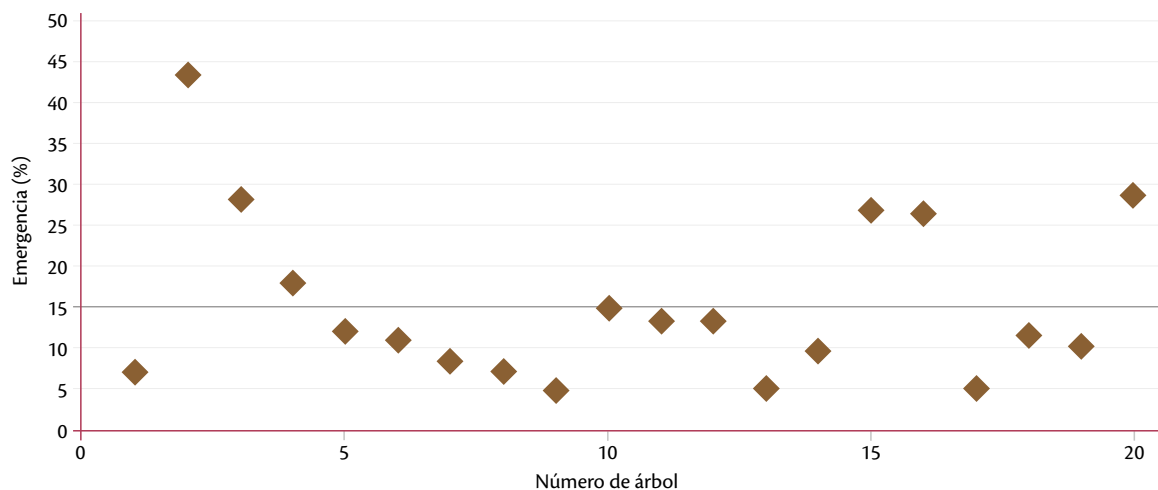


Figura 4. Emergencia de plántulas de árboles de una población natural de linaloe ubicada en la sierra de Huautla; se señala con una línea oscura el valor promedio (15%). Fuente: elaboración propia.



Figura 5. Planta joven de linaloe en su ambiente natural. Foto: Efraín Cruz-Cruz.

Aprovechamiento del linaloe

La extracción del aceite esencial del linaloe es una actividad económicamente viable para las comunidades, ya que obtienen un producto con valor agregado a partir de un recurso natural disponible, además de la experiencia y los conocimientos sobre el proceso. No obstante, es necesario fortalecer la cadena productiva para obtener un aceite esencial de alta calidad.

Con el proceso actual de extracción del aceite esencial del linaloe, los productores de la comunidad de Chimalacatlán obtienen sólo 2% de producto en relación con el peso del fruto, aunque la cantidad que se pierde durante los distintos pasos del proceso aún no es cuantificable (observación personal). De tal manera que, en 12 años de trabajo los productores procesan en promedio 7.5 t de fruto y alcanzan una producción de 135 l de aceite, con un precio variable de venta de entre 3 000 y 3 500 pesos por litro. Sin embargo, si el proceso se

optimizara para incrementar la producción y la calidad del producto, la utilidad también aumentaría significativamente.

Conclusiones y recomendaciones

Con la finalidad de conservar la especie y lograr un aprovechamiento sustentable se requiere desarrollar prácticas y actividades integrales. Entre éstas es necesario mejorar el manejo tradicional del ganado en pastoreo, con base en el conocimiento de: 1) la carga animal (número de animales por unidad de superficie de acuerdo con la cantidad de alimento disponible), la época y la frecuencia de pastoreo; 2) la composición de las especies vegetales en los agostaderos; y 3) la presencia de fauna silvestre.

Respecto al aprovechamiento del linaloe en Morelos, es preciso integrar un programa que contemple: 1) la conservación y manejo de manera sustentable las poblaciones naturales; 2) la caracterización de las poblaciones

en cuanto a las variables ecológicas, climáticas, morfológicas, entre otras; 3) la promoción de las plantaciones comerciales para la producción de fruto; 4) la mejora en la recolección y el manejo del fruto para disponer de una materia prima de alta calidad; 5) la incorporación de tecnologías eficientes en el destilado del aceite; 6) la caracterización de la calidad del producto terminado y el diseño de la presentación comercial; y 7) la determinación de los canales de comercialización (Cruz-Cruz *et al.* 2017).

Asimismo, para mantener la diversidad genética del linaloe se requiere de profundizar en el conocimiento de la reproducción por semilla y promover la producción de plantas por esta vía. Además, en la reproducción asexual se recomienda extraer un número reducido de estacas de varios individuos, principalmente para las plantaciones comerciales, y continuar con la evaluación de la multiplicación vegetativa *in vitro* (González-Orozco 2014, Vázquez 2014).

El linaloe es un componente importante de la selva baja caducifolia del sur de la entidad, donde su presencia actual está determinada por factores ambientales, ecológicos, fisiológicos, reproductivos y por el aprovechamiento de la especie. Si no se toman medidas precautorias la ganadería extensiva, la apertura de tierras al cultivo y la recolecta sin control del fruto para la destilación del aceite hecha por los recolectores, afectará la diversidad genética, la repoblación natural y, en consecuencia, la conservación de la especie en Morelos.

Referencias

- Cruz-Cruz, E., M. Gómez-Cárdenas, D. Vargas-Álvarez *et al.* 2009a. Colecta de fruto, selección y germinación de semilla de *Bursera linanoe* (La Llave) Rzedowski, Calderón & Medina. En: *Fundamentos técnicos para el manejo de poblaciones naturales de Linaloe (Bursera linanoe (La Llave) Rzedowski, Calderón & Medina) en México*. E. Cruz-Cruz, V. Mariles-Flores, M. Gómez-Cárdenas y D. Vargas Álvarez (comp.). Centro de Investigación Regional Pacífico Sur-INIFAP, Oaxaca, pp. 140-164.
- Cruz-Cruz, E., V. Mariles-Flores, F. Solares-Arenas *et al.* 2009b. Adaptación ecológica y climática de linaloe (*Bursera linanoe* (La Llave) Rzedowski, Calderón & Medina). En: *Fundamentos técnicos para el manejo de poblaciones naturales de Linaloe (Bursera linanoe (La Llave) Rzedowski, Calderón & Medina) en México*. E. Cruz-Cruz, V. Mariles-Flores, M. Gómez-Cárdenas y D. Vargas Álvarez (comp.). Centro de Investigación Regional Pacífico Sur-INIFAP, Oaxaca, pp. 1-31.
- Cruz-Cruz, E., A.M. Guzmán-Pozos y V. Mariles-Flores. 2017. Distribución, aprovechamiento y conservación del linaloe (*Bursera linanoe*). México (inédito).
- González-Orozco, M.M. 2014. *Maduración y germinación de embriones somáticos de linaloe in vitro y ex vitro*. Tesis de maestría en ciencias. COLPOS, Montecillo.
- Guzmán-Pozos, A.M. 2017. *Propagación sexual de Bursera linanoe*. Tesis de maestría en ciencias. COLPOS, Montecillo.
- Hernández-Pérez, E., M. González-Espinosa, I. Trejo y C. Bonfil. 2011. Distribución del género *Bursera* en el estado de Morelos, México y su relación con el clima. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:964-976.
- Mariles-Flores, V., E. Cruz-Cruz, V. Serrano-Altamirano *et al.* 2009. Distribución espacial de linaloe en los estados de Guerrero, Morelos, Puebla y Oaxaca. En: *Fundamentos técnicos para el manejo de poblaciones naturales de Linaloe (Bursera linanoe (La Llave) Rzedowski, Calderón & Medina) en México*. E. Cruz-Cruz, V. Mariles-Flores, M. Gómez-Cárdenas y D. Vargas Álvarez (comp.). Centro de Investigación Regional Pacífico Sur-INIFAP, Oaxaca, pp. 32-84.
- Orozco-Cirilo, S., E. Cruz-Cruz, F. Solares-Arenas *et al.* 2009. Proceso de elaboración de cajas y baúles de linaloe en Olinálá, Gro. En: *Fundamentos técnicos para el manejo de poblaciones naturales de Linaloe (Bursera linanoe (La Llave) Rzedowski, Calderón & Medina) en México*. E. Cruz-Cruz, V. Mariles-Flores, M. Gómez-Cárdenas y D. Vargas Álvarez (comp.). Centro de Investigación Regional Pacífico Sur-INIFAP, Oaxaca, pp. 198-222.
- Rzedowski, J., R. Medina y G. Calderón. 2004. Las especies de *Bursera* (Burseraceae) en la cuenca superior del río Papaloapan (México). *Acta Botanica Mexicana* 66:23-151.
- Solares-Arenas, F., E. Cruz-Cruz, M. Gómez-Cárdenas *et al.* 2009. El proceso de extracción de aceite de linaloe (*Bursera linanoe* (La Llave) Rzedowski, Calderón & Medina) en los estados de Morelos y Guerrero. En: *Fundamentos técnicos para el manejo de poblaciones naturales de Linaloe (Bursera linanoe (La Llave) Rzedowski, Calderón & Medina) en México*. E. Cruz-Cruz, V. Mariles-Flores, M. Gómez-Cárdenas y D. Vargas Álvarez (comp.). Centro de Investigación Regional Pacífico Sur-INIFAP, Oaxaca, pp. 177-196.
- Vázquez, I. 2014. *Producción de embriones somáticos de Bursera linanoe (La Llave) Rzedowski, Calderón & Medina, en biorreactores de sistema de inversión temporal*. Tesis de maestría en ciencias. COLPOS, Montecillo.
- Villaseñor, J.L. 2016. Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87:559-902.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Biodiversidad y ecoturismo comunitario en localidades indígenas

Claudia Valeria Sánchez Flores

Introducción

En este capítulo se presenta un panorama general del ecoturismo comunitario en Morelos, su proceso de desarrollo, problemática, retos, implementación e integración del concepto de biodiversidad. Para tales fines se destaca el trabajo que realiza la Red de Turismo Alternativo en Zonas Indígenas de Morelos (TAZIMOR) promovida por Pueblos Indígenas Trabajando por Morelos, la Asociación Rural de Interés Colectivo de Responsabilidad Limitada (ARIC-RL) que trabaja en localidades indígenas de los municipios de Huitzilac, Tepoztlán, Tlayacapan, Totolapan, Temixco y Jantetelco.

En este sentido, se describe la integración del concepto de biodiversidad en los proyectos ecoturísticos comunitarios. Lo anterior con la finalidad de generar un modelo de aprovechamiento del patrimonio natural presente en los territorios indígenas. De tal manera que constituya una opción viable del desarrollo local para diseñar, ejecutar y administrar esquemas de conservación y aprovechamiento de la biodiversidad *in situ* en comunidades indígenas y en áreas naturales protegidas (ANP), las que brindan servicios ecosistémicos y turísticos de alta calidad.

El ecoturismo comunitario plantea que los visitantes valoren, aprecien y respeten la cultura y la naturaleza, y así enriquezcan las experiencias vividas en las localidades indígenas. El trabajo desarrollado por las organizaciones coadyuva a la preservación paisajística y de los ecosistemas en estos territorios, donde el gran reto es el fortalecimiento de las instituciones sociales que garanticen la gobernanza local y la incidencia en diferentes niveles, desde el plano personal, familiar y comunitario hasta la interlocución con las dependencias en los tres órdenes de gobierno (municipal, estatal y federal).

Manifestaciones de la vida (concepto de biodiversidad)

Para los pueblos indígenas, la palabra biodiversidad es un concepto nuevo que no tiene una interpretación textual en la mayoría de las lenguas originarias. Sin embargo, es reconocido en diferentes manifestaciones y formas de vida, como las plantas, los animales y los hongos.

En cada una de las culturas de México se han desarrollado sistemas complejos de clasificación de especies, grupos o familias basados, principalmente, en el uso que el ser humano les da. Por ejemplo, se destacan las especies silvestres y aquellas cultivadas en huertos familiares que se utilizan en guisos tradicionales y festivos; los múltiples y diversos tipos de plantas medicinales y sus partes (raíz, tallo, corteza, hojas, semillas, flores y frutos) empleados en la elaboración de infusiones, pomadas, cataplasmas u otras formas de curaciones; las especies de las cuales se obtienen pigmentos para teñir textiles, pintar madera, modificar texturas o colores; y aquellas que se utilizan en la construcción, decoración o elaboración de otros subproductos utilitarios, decorativos y rituales.

Este último fin posee un gran simbolismo por sus características estéticas y la diversidad de especies florales, semillas y copales que son una parte fundamental de las celebraciones donde se aprecia el sincretismo religioso de los pueblos.

Debido a la relación intrínseca (ser humano-naturaleza) que existe entre los pueblos y las comunidades indígenas con su entorno y las diferentes manifestaciones de vida, el concepto de biodiversidad forma parte de sus actividades cotidianas e involucra un manejo y un aprovechamiento racional de los recursos. Esto permite que continúe su uso y se transmita el conocimiento tradicional asociado a las siguientes generaciones.

Sánchez-Flores, C.V. 2020. Biodiversidad y ecoturismo comunitario en localidades indígenas. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 89-99.

Historia del turismo cultural en el estado

Los territorios indígenas albergan una gran riqueza biológica. En ellos se desarrollan complejos procesos ecológicos fundamentales para la vida y para la sociedad. Además, se manifiestan grandes expresiones artísticas, culturales, artesanales, medicinales, gastronómicas y complejos procesos sociales basados en los usos y costumbres. Todo esto, en conjunto, forma su patrimonio biocultural, mismo que es la base de su identidad y, en muchos de los casos, lo que resulta atractivo para los visitantes y turistas, nacionales y extranjeros.

La historia del turismo en Morelos se remonta a la época prehispánica, cuando se establecieron las primeras poblaciones de olmecas y del altiplano central, xochimilcas, tlahuicas y mexicas (INAFED 2015). Estas culturas edificaron centros ceremoniales donde llevaron a cabo numerosas festividades en honor a sus principales dioses, vinculados con los elementos, la naturaleza y la abundancia, que alentaron peregrinaciones de diversas regiones del país y de Centroamérica.

Los visitantes ofrecían granos, semillas, piedras preciosas y plumas como ofrenda a los dioses, a cambio de lluvias cuantiosas, abundancia de cosechas y goce de buena salud, según la tradición oral. Estas costumbres continúan vigentes en el arribo de visitantes y turistas que asisten a las ocho zonas arqueológicas abiertas al público en Morelos: Xochicalco, Teopanzolco, El Tepozteco, Chalcatzingo, Coatetelco, Yauhtepec, Las Pilas y Olintepepec.

El clima y la ubicación estratégica del estado motivaron el establecimiento de importantes intervenciones paisajísticas como: el jardín botánico de Oaxtepec –mandado a construir por Moctezuma– y el jardín de la casa de descanso de Maximiliano de Habsburgo (actualmente Jardín Etnobotánico, Museo de Medicina Tradicional y Herbolaria). Éste último, edificado durante el Segundo Imperio Mexicano, se encuentra en el poblado indígena de Acapatzingo, al sur de la ciudad de Cuernavaca, y es sede en el estado del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) donde se alberga la Colección Nacional de Plantas Medicinales más grande del país (INAH 2014).

Asimismo, en 2014 se inauguraron los Jardines de México, en Tequesquitengo, considerados los jardines florales más grandes del mundo.

Por otra parte, en 1994 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) declaró como patrimonio de la humanidad a 14 monasterios (11 ubicados en Morelos y tres en Puebla) en perfecto estado de conservación, situados en las laderas del volcán Popocatepetl (UNESCO 1994). Éstos fueron fundados por misioneros franciscanos, agustinos y dominicos que evangelizaron a las poblaciones indígenas en el siglo XVI. Los monasterios representan un papel importante en la introducción de especies comerciales, a través de sus huertos y jardines, así como en la distribución de especies mexicanas en Europa, entre los siglos XVI y XVIII. Ahora forman parte de la oferta turística morelense conocida como la Ruta de los Conventos (SECTUREM 2014).

Aprovechamiento indígena de los recursos naturales

Morelos es uno de los estados más pequeños del país pero cuenta con una gran historia respecto al uso de los recursos naturales.¹ El conocimiento indígena sobre éstos se vincula con la medicina tradicional (herbolaria y temazcales), la preparación de los alimentos, y la elaboración de pigmentos y colorantes.

Asimismo, las comunidades se ocupan de la reproducción y la conservación de los recursos, de su manejo para garantizar la seguridad alimentaria y los ingresos por venta o trueque (UNAM 2012). Además de incursionar en la fabricación de productos artesanales, utilitarios y aquellos relacionados con eventos místicos, festivos y rituales.

Sin embargo, muchas manifestaciones culturales se perdieron a partir de la Conquista española, concretamente por la imposición de la religión católica (casi llevando a la extinción de las ceremonias politeístas), el sometimiento social y la redistribución del territorio para construir haciendas, además del uso intensivo de éste en la agricultura.

Por tal razón, es importante cuestionar cómo pudo subsistir la población en circunstancias de esclavitud, pocos o nulos servicios de salud, limitantes alimenticias, entre otras condiciones paupérrimas. Esto fue posible gracias al uso de recursos naturales desdeñados por los conquistadores debido a la percepción de su poco potencial económico.

¹ Diversos autores ponen como ejemplo la domesticación del teocintle (pariente silvestre del maíz) en varias localidades de Morelos (INIFAP 2008: 9,10,15).

Las comunidades indígenas de la entidad presentan un índice de marginación bajo y medio, en tanto la marginación se relaciona directamente con la pobreza: a mayor marginación, mayor pobreza; y viceversa. El municipio de Tlalnepantla presenta el mayor grado de marginación (índice de 0.184), mientras que Totolapan se encuentra en el cuarto lugar (-0.200) con una marginación media. En los municipios donde se encuentran los centros ecoturísticos con presencia indígena (principalmente nahuas), los índices de marginación son bajos (entre -1.044 y -0.543; CONAPO 2015).

Algunas comunidades están adscritas a programas que regulan el uso y el aprovechamiento de los recursos naturales, como son los programas de manejo de las ANP, el programa de ordenamiento ecológico territorial (POET) y las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). Concretamente, se pueden mencionar el Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin, el Programa de ordenamiento ecológico del territorio del municipio de Tepoztlán y las UMA del venado cola blanca, algunas orquídeas y bromelias presentes en el norte del estado.

Una alternativa para generar ingresos en las comunidades indígenas es el ecoturismo, el cual se define por la Sociedad Internacional de Ecoturismo (TIES, por sus siglas en inglés) como un viaje responsable a áreas naturales que conservan el ambiente y mejoran el bienestar de la población local (TIES 2017), bajo siete premisas o principios:

1. Minimizar los impactos, ambientales y sociales.
2. Aumentar la conciencia y el respeto por el ambiente y la cultura.
3. Ofrecer experiencias positivas tanto a los visitantes como a los anfitriones.
4. Ofrecer beneficios financieros directos para la conservación.
5. Proveer beneficios financieros y participación real para la población local.
6. Aumentar la sensibilidad de los turistas hacia el país anfitrión en su clima político, cultural y social.
7. Apoyar los derechos humanos universales y las leyes laborales.

Turismo indígena

Este concepto se utiliza como eje principal por la Red Indígena de Turismo de México A.C. (RITA). Dicha

asociación, articula desde 2002 a microempresas de turismo de 17 pueblos indígenas pertenecientes a 16 estados de la república (PNUD 2012).

RITA promueve la administración de empresas turísticas por grupos indígenas, cuya finalidad no es mostrar el folclore de las culturas, en tanto que considera que éste es una exposición superficial y comercial. La finalidad de la red es que el turismo indígena se presente como una manifestación heredada de los usos y costumbres tradicionales, al proyectar las buenas prácticas en la administración de los bienes comunes y al hacer uso de sus derechos como pueblos indígenas.

Éste es un modelo de desarrollo sustentable y responsable, cuya misión es compartir con sus visitantes y hacerles partícipes de esa construcción, misma que busca la conservación y permanencia de la naturaleza y de los grupos humanos que pertenecen a ella.

La visión de RITA es que el desarrollo de los pueblos indígenas pueda darse a partir de la consolidación de su autonomía, mediante procesos colectivos y organizativos propios que tengan como base el afianzamiento de proyectos productivos y sustentables. Por ejemplo, las empresas ecoturísticas, así como la conservación de la riqueza ambiental y cultural, que favorezcan la generación de recursos económicos y la conservación de la biodiversidad (RITA 2003).

Para ello se trabaja en la oferta de servicios ecosistémicos y turísticos de alta calidad, a través de actividades que se realizan directamente por microempresas sociales indígenas y campesinas, a turistas nacionales y extranjeros que buscan disfrutar de un contacto directo tanto con la biodiversidad nacional, como con las culturas milenarias anfitrionas. Los ejes estratégicos son:

- Desarrollo comunitario con identidad.
- Biodiversidad.
- Participación intercultural en la construcción de paradigmas de desarrollo nacional.

Se promueven los esquemas de conservación, como son: las UMA; las zonas de conservación comunitaria; los esquemas de co-manejo en ANP; los sistemas de agroforestería y de aprovechamiento forestal integral; la reutilización del sistema de milpa y de agricultura campesina con generación de abonos naturales; la medicina tradicional; la artesanía; el mejoramiento y la recuperación de suelos; la captación de agua de lluvia; la reutilización de aguas residuales; así como la

edificación de bajo impacto, con la utilización de eco-tecnias; y el manejo integral de los residuos generados (observación personal).

En RITA participan diversas empresas comunitarias que además de dedicarse al turismo, incluyen iniciativas o grupos de trabajo que realizan actividades de conservación de flora y fauna, del conocimiento tradicional, de medicina tradicional, de rescate, de conservación y de revaloración de prácticas culturales (música, danza, literatura, artes plásticas, fiestas y ceremonias). Además de actividades productivas relacionadas con el trabajo del campo (cultivo de vainilla, café, productos de la milpa, miel, etc.) y que se aglutinan como apoyo e impulso a través de su participación o complemento en la oferta turística comunitaria (observación personal).

De esta forma, la integración de la oferta turística se vuelve compleja y enriquecedora, ya que el visitante puede conocer la cultura indígena viva de las comunidades, compartir su historia, sus prácticas comunitarias y su cultura y, al mismo tiempo, disfrutar de la gran riqueza en biodiversidad del territorio morelense (flora y fauna de diversos ecosistemas, como selva baja, bosque, grutas, ríos, cascadas, entre otros). Todo ello le permite revalorar el importante papel que tienen las comunidades en la preservación de la biodiversidad, en la generación de servicios ecosistémicos y de empleos para activar la economía local.

El modelo de redes de turismo que propone RITA funciona como un detonador del desarrollo comunitario al crear espacios de oportunidades para la cohesión de empresas locales. Así, estos tienen la posibilidad de fortalecerse con el apoyo de aquellas que ya tienen un alto grado de desarrollo, lo que facilita el camino al momento de compartir experiencias (PNUD 2012).

La creación del autoempleo para aprovechar la biodiversidad, la gran cultura ancestral y los espacios donde se ubican las comunidades, posibilita que sus habitantes se conviertan en empresarios. Pero este crecimiento debe desarrollar una cultura empresarial de identidad indígena y dar origen a la regularización legal de sus empresas, para así formalizar las fuentes de empleo.

Turismo de naturaleza

El turismo de naturaleza se define como los viajes que tienen como fin realizar actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza y las expresiones culturales que

le envuelven con una actitud y compromiso de conocer, respetar, disfrutar y participar en la conservación de los recursos naturales y culturales (SECTUR 2016).

El desarrollo de proyectos turísticos comunitarios en la entidad inició en 2005 con la implementación del Programa Turismo Alternativo en Zonas Indígenas (PTAZI) promovido por la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), y que operó hasta 2011 (CDI 2011).

Como resultado del Convenio General de Colaboración Interinstitucional para el Desarrollo del Turismo de Naturaleza en México 2007-2012, se impulsaron alrededor de 20 iniciativas, promovidas y ejecutadas por la CDI, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Este trabajo se realizó en comunidades indígenas de Huitzilac, Tepoztlán, Tlayacapan, Totolapan, Cuentepec, Jantetelco, Xoxocotla, entre otras; así como en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, el Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin y el Parque Nacional El Tepozteco.

Mediante este programa se brindó apoyo a integrantes de los proyectos de turismo de naturaleza para que asistieran a las diferentes ediciones de Expo Forestal, así como ferias artesanales y gastronómicas.

A pesar de que se calcula una inversión superior a los 50 millones de pesos, ésta no se ve reflejada en los proyectos comunitarios. Esto se debe a la falta de coordinación entre los diferentes organismos del gobierno federal y estatal, por lo cual existe una atomización de los recursos (observación personal). Esto da como resultado empresas que operan rústicamente y sin una consolidación para brindar un servicio de alta calidad, así como en la falta de operación en muchas de ellas, el abandono o el cambio de giro.

Ecoturismo comunitario

Una de las estrategias que se sigue para enfrentar los retos socioeconómicos es la decisión, por parte de los responsables de estos sitios turísticos, de trabajar para integrar a los diferentes destinos de turismo de naturaleza.

La primera iniciativa promovida por RITA en 2006, fue sumar la comunidad nahua morelense de turismo a la red de Turismo Alternativo en Zonas Indígenas de Morelos (TAZIMOR), la cual promueve el ecoturismo comunitario,

en el que las comunidades indígenas o locales brindan diversos servicios y actividades a los visitantes, comparten su patrimonio biocultural e inciden en la revalorización de la cultura y la naturaleza (observación personal).

La misión de TAZIMOR es promover el desarrollo sustentable de las comunidades nahuas a través del ecoturismo comunitario, la unión, la cultura e identidad propia, al ofrecer una vivencia memorable al visitante que le inspire valorar, apreciar y preservar el patrimonio natural de México, al tener una aventura única y enriquecedora (TAZIMOR 2016).

Gracias a estos avances organizativos y a la continuidad de las administraciones, ante la falta de financiamiento federal y estatal, en febrero de 2012 se constituyó la Asociación Rural de Interés Colectivo de Responsabilidad Limitada (ARIC-RL): Pueblos Indígenas Trabajando por Morelos (APITM 2012).

Esta empresa integradora es capaz de potencializar la oferta de servicios existentes, así como de impulsar y promover otros destinos y productos artesanales. De acuerdo con su acta constitutiva, sus objetivos son:

- Contribuir al desarrollo de la población indígena y de las áreas rurales, mediante el fomento de acciones en materia de turismo alternativo, específicamente de ecoturismo comunitario, turismo rural e indígena, a través de acciones orientadas a la elaboración y ejecución de proyectos, al promover la revaloración, conservación y el aprovechamiento sustentable de su patrimonio natural y cultural, para coadyuvar en la mejora de sus ingresos.
- Desarrollar una oferta competitiva de turismo de naturaleza bajo criterios de sustentabilidad que garanticen el bienestar social, la conservación ambiental y el desarrollo económico, al establecer estrategias que incluyan la participación responsable y comprometida de los sectores público, privado y social.
- Promover la protección, la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales y forestales, al fomentar la conciencia ecológica entre sus visitantes, poseedores y dueños de los terrenos donde se encuentra el proyecto, para reducir el impacto ambiental por el turismo de naturaleza, a través de un desarrollo integral y de la consolidación de sus servicios ecoturísticos. Además de fomentar la creación de cadenas de servicios y elevar su nivel de competitividad.

Aunado a lo anterior, se integraron algunas premisas básicas entre las cuales destacan: 1) mostrar la riqueza biológica, cultural y gastronómica heredadas; 2) fomentar la participación de mujeres y hombres de todas las edades; y 3) respetar la naturaleza y generar un mínimo impacto ambiental en las comunidades (APITM 2012).

Las actividades que se desarrollan están de acuerdo con diversas temáticas (naturales, culturales, históricas, recreativas y educativas), y cada grupo participante trabaja en una actividad comunitaria. En dicha actividad se considera la distribución justa de los beneficios económicos, que permite la conservación de los recursos naturales que les han sido heredados para elevar la calidad de vida de los participantes.

Un impacto benéfico es la revaloración de la comunidad por parte de los visitantes, quienes encuentran un gran atractivo en la cultura, el paisaje y el territorio. Lo anterior se complementa al brindarles información y herramientas que apoyen sus actividades turísticas como son: los talleres de educación ambiental, los senderos interpretativos, los talleres de náhuatl, de alfarería tradicional y herbolaria, entre otros. En el cuadro 1 se presentan los proyectos que integran la red de TAZIMOR y sus respectivas ubicaciones se muestran en el mapa de la figura 1.

Servicios ecosistémicos

La sociedad mexicana interactúa de forma dinámica con los ecosistemas que se presentan en el territorio nacional. Lo anterior da lugar a distintos beneficios o servicios ecosistémicos. Entre éstos se incluyen los de provisión o bienes; los de regulación (modulan las condiciones en las cuales el ser humano habita y realiza sus actividades productivas); los culturales (pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural); y los de sustento (son los procesos ecológicos básicos; Balvanera y Cotler 2009).

Dentro de los servicios de regulación están los que se relacionan con la calidad del aire, que se renueva y limpia al interior de los bosques, selvas y montañas. Así como la regulación climática, generada gracias a la presencia de cubiertas vegetales y cuerpos de agua.

En gran medida, la existencia de estos servicios es posible debido al mantenimiento de los cauces de los ríos, las lagunas y los humedales (cabeceras de cuenca), así como a las comunidades que administran proyectos que inciden directamente en el control de la erosión. De tal

Cuadro 1. Proyectos de la Red de Turismo Alternativo en Zonas Indígenas de Morelos (TAZIMOR).

Proyecto	Parque Familiar Totlan
Municipio	Huitzilac
Administración	Comisariado de Bienes Comunales de Coajomulco
Servicios turísticos	<ul style="list-style-type: none"> • Hospedaje en cabañas • Campamento • Juegos aéreos • Tiroleras • Senderos interpretativos • Bicicleta de montaña • Recorridos a caballo • Palapas de usos múltiples • Restaurante de comida tradicional
Área natural protegida	• COBIO
Ecosistema	• Bosque de pino y encino
Actividades en las que se integra el concepto de biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Gastronomía • Recreación • Manejo forestal sustentable
Ecotecnias	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura con materiales de la región • Filtros de aguas grises
Certificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Distintivo M Moderniza • Guías certificados bajo la NOM-09-SECTUR-2002: Turismo orientado a la naturaleza
Proyecto	Quetzalcóatl Temachtiani
Municipio	Tepoztlán
Administración	Quetzalcóatl Temachtiani SPR-RL
Servicios turísticos	<ul style="list-style-type: none"> • Hospedaje en cabañas y hostel • Campamento • Visitas guiadas a diversos atractivos culturales y ambientales • Recorridos a caballo • Talleres de educación ambiental • Medicina tradicional • Palapa, salón y terraza de usos múltiples • Restaurante de comida tradicional y vegetariana • Temazcal tradicional, ceremonial y medicinal • Alberca
Área natural protegida	• COBIO/PNT
Ecosistema	• Bosque de encino y selva baja caducifolia
Actividades en las que se integra el concepto de biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Gastronomía • Recreación • Medicina tradicional
Ecotecnias	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura con materiales de la región • Filtros de aguas grises • Tratamiento natural y reúso del agua de la alberca
Certificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Distintivo M Moderniza • Guías certificados bajo la NOM-09-SECTUR-2002: Turismo orientado a la naturaleza
Proyecto	San José de Los Laureles
Municipio	Tlayacapan
Administración	Casa de la Mujer Campesina SPR-RL
Servicios turísticos	<ul style="list-style-type: none"> • Hospedaje en habitaciones y hostel • Campamento • Visitas guiadas a diversos atractivos culturales y ambientales • Talleres de educación ambiental • Medicina tradicional • Palapas de usos múltiples • Fogatero • Restaurante de comida tradicional • Temazcal tradicional, ceremonial y medicinal • Masajes
Área natural protegida	COBIO

Cuadro 1. Continuación.

Ecosistema	Bosque de pino y encino
Actividades en las que se integra el concepto de biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Gastronomía • Recreación • Medicina tradicional • Vivero de plantas medicinales
Ecotecnias	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura con materiales de la región • Captación de agua de lluvia • Filtros de aguas grises • Elaboración de bocashi y lombricomposta • Vivero orgánico de plantas medicinales
Certificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Distintivo M Moderniza • Guías certificados bajo la NOM-09-SECTUR-2002: Turismo orientado a la naturaleza
Proyecto	Parque de Los Venados
Municipio	Totolapan
Administración	Comisariado de Bienes Comunales de Nepopualco
Servicios turísticos	<ul style="list-style-type: none"> • Hospedaje en cabañas y hostel • Campamento • Senderos interpretativos • Tiroleras • Visita a las UMA de venados cola blanca y jabalíes • Talleres de educación ambiental • Medicina tradicional • Palapas de usos múltiples • Centro de interpretación ambiental • Restaurante de comida tradicional • Centro de medicina tradicional Milenrama con herbolaria, microdosis, temazcal y masajes
Área natural protegida	COBIO
Ecosistema	Bosque de pino y encino
Actividades en las que se integra el concepto de biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Gastronomía • Recreación • Medicina tradicional • UMA de venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>)
Ecotecnias	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura con materiales de la región • Biodigestor
Certificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Distintivo M Moderniza • Guías certificados bajo la NOM-09-SECTUR-2002: Turismo orientado a la naturaleza
Proyecto	Piedra Rajada
Municipio	Jantetelco
Administración	Organización de Mujeres Orgullosamente Indígenas A.C.
Servicios turísticos	<ul style="list-style-type: none"> • Hospedaje en cabañas • Campamento • Senderos interpretativos • Restaurante de comida tradicional • Venta de artesanías • Visitas guiadas a la zona arqueológica de Chalcatzingo • Albergas climatizadas • Masajes
Área natural protegida	Ninguna
Ecosistema	• Selva baja caducifolia
Actividades en las que se integra el concepto de biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Gastronomía • Recreación
Ecotecnias	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura con materiales de la región • Calentamiento de la alberca e iluminación por medio de paneles solares
Certificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Distintivo M Moderniza • Guías certificados bajo la NOM-09-SECTUR-2002 Turismo orientado a la naturaleza

Cuadro 1. Continuación.

Proyecto	Cuatepec Extremo
Municipio	Temixco
Administración	Comisariados de Bienes Comunales y Ejidales de Cuatepec
Servicios turísticos	<ul style="list-style-type: none"> • Campamento • Tiroleras • Senderos interpretativos • Visitas guiadas a cueva, cascada y zona arqueológica de Xochicalco • Bicicleta de montaña • Recorridos a caballo • Talleres de educación ambiental, aprendizaje de náhuatl y alfarería tradicional • Palapas de usos múltiples • Restaurante de comida tradicional
Área natural protegida	Ninguna
Ecosistema	Selva baja caducifolia y vegetación riparia
Actividades en las que se integra el concepto de biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Gastronomía • Recreación
Ecotecnias	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura con materiales de la región • Restaurante con muros de PET y estufas ahorradoras de leña
Certificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Distintivo M Moderniza • Guías certificados bajo la NOM-09-SECTUR-2002: Turismo orientado a la naturaleza
Proyecto	Comunidad Nahua
Municipio	Morelos
Administración	Comunidad Nahua Morelense de Turismo SPR-RL
Servicios turísticos	<ul style="list-style-type: none"> • Productos y artesanías de comunidades indígenas • Visitas guiadas a diversos atractivos naturales y culturales • Integración de recorridos turísticos y culturales
Área natural protegida	COBIO/PNT
Ecosistema	Bosques de pino y encino, selva baja caducifolia y vegetación riparia
Actividades en las que se integra el concepto de biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Gastronomía • Recreación • Medicina tradicional
Ecotecnias	<ul style="list-style-type: none"> • Productos orgánicos
Certificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Guías certificados bajo la NOM-09-SECTUR-2002: Turismo orientado a la naturaleza

COBIO: Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin; PNT: Parque Nacional El Tepozteco. Fuente: elaboración propia.

manera que, contribuyen a mantener los espacios paisajísticos, las cubiertas vegetales primarias, la diversidad biológica y el control de plagas, lo cual favorece la mitigación de riesgos.

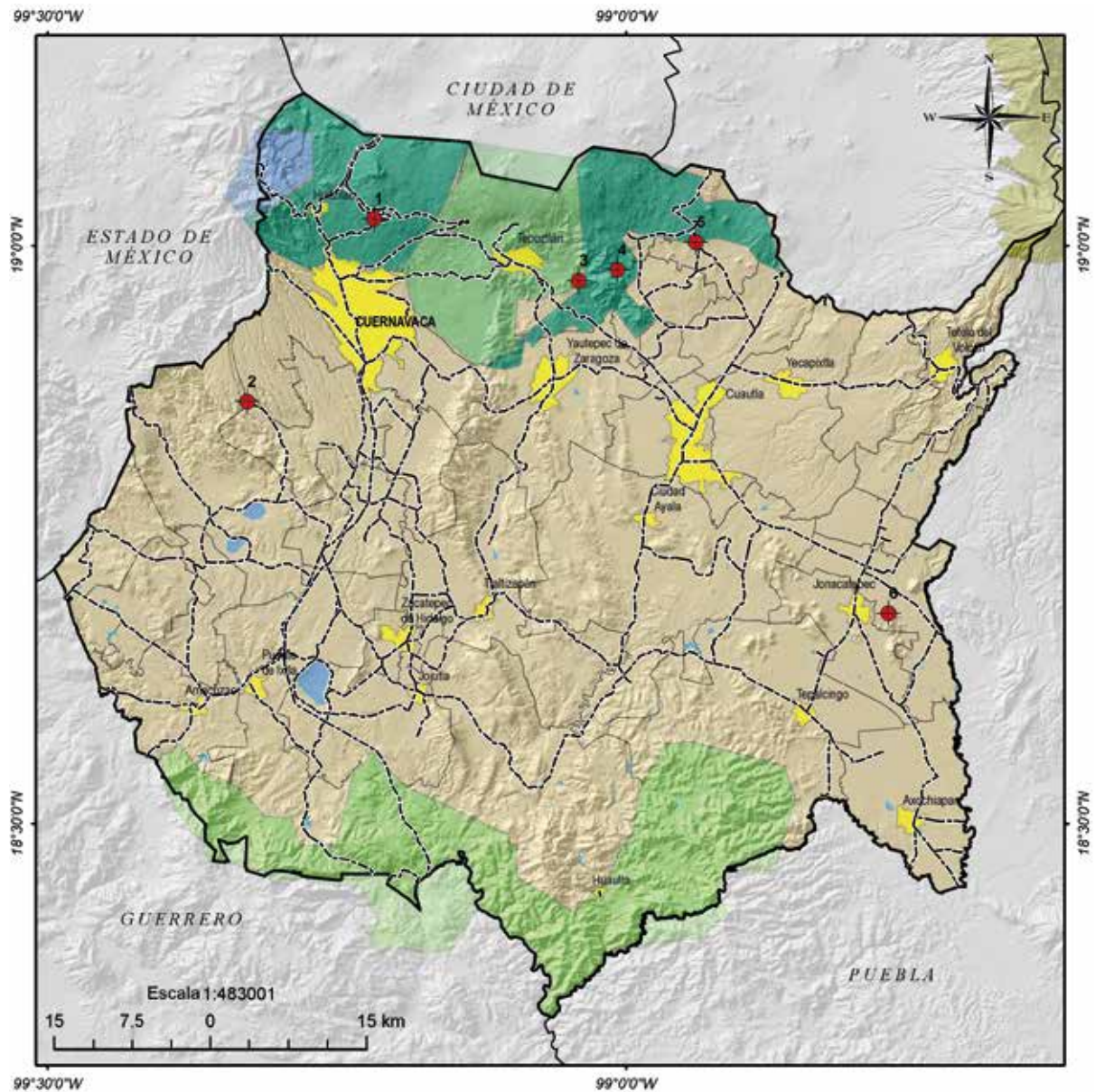
Entre los servicios de soporte se encuentra la producción primaria, los ciclos de nutrientes, la formación de suelos, la biodiversidad y la polinización (MA 2005). En las regiones boscosas, en las que se encuentran las comunidades indígenas, se absorben grandes cantidades de bióxido de carbono y se libera oxígeno. Asimismo, en estas regiones ocurre la formación de suelos, que favorece la multiplicación de los microorganismos, los cuales permiten el reciclaje de nutrientes absorbidos por plantas y animales. Finalmente, la polinización posibilita el

proceso de regeneración y continuidad de la vegetación con flores.

Cada uno de estos servicios ecosistémicos se impulsa a partir de los servicios turísticos que ofrece la red y forma parte de un ciclo de soporte, regulación, provisión y servicios culturales que se integran en los proyectos comunitarios (figura 2).

Entre los beneficios colaterales que se tienen con base en la experiencia del desarrollo de los proyectos, destacan:

- Disminuye de la discriminación al conocer la cultura y el patrimonio natural de estas comunidades, lo cual se traduce en una revaloración, al interior de las mismas, de sus raíces indígenas.



SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|--|--|---|--|
| <p>Límites administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Morelos Límites estatales Límite municipal Principales áreas urbanas por región ecológica | <p>Rasgos hidrológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuerpo de agua <p>Vías terrestres</p> <ul style="list-style-type: none"> Principales | <p>Áreas naturales protegidas</p> <p>Federales</p> <ul style="list-style-type: none"> Corredor Biológico Chichinautzin Parque Nacional El Tepozteco Parque Nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl Parque Nacional Lagunas de Zempoala Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla | <p>Red de turismo alternativo en zonas indígenas de Morelos</p> <ul style="list-style-type: none"> Sitios 1. Totián 2. Cuentepec Extremo 3. Quetzalcóatl Temachtiani 4. San José de los Laureles 5. Nepopualco 6. Piedra Rajada |
|--|--|---|--|

Figura 1. Red de Turismo Alternativo en Zonas Indígenas de Morelos (TAZIMOR). Fuente: elaboración propia.

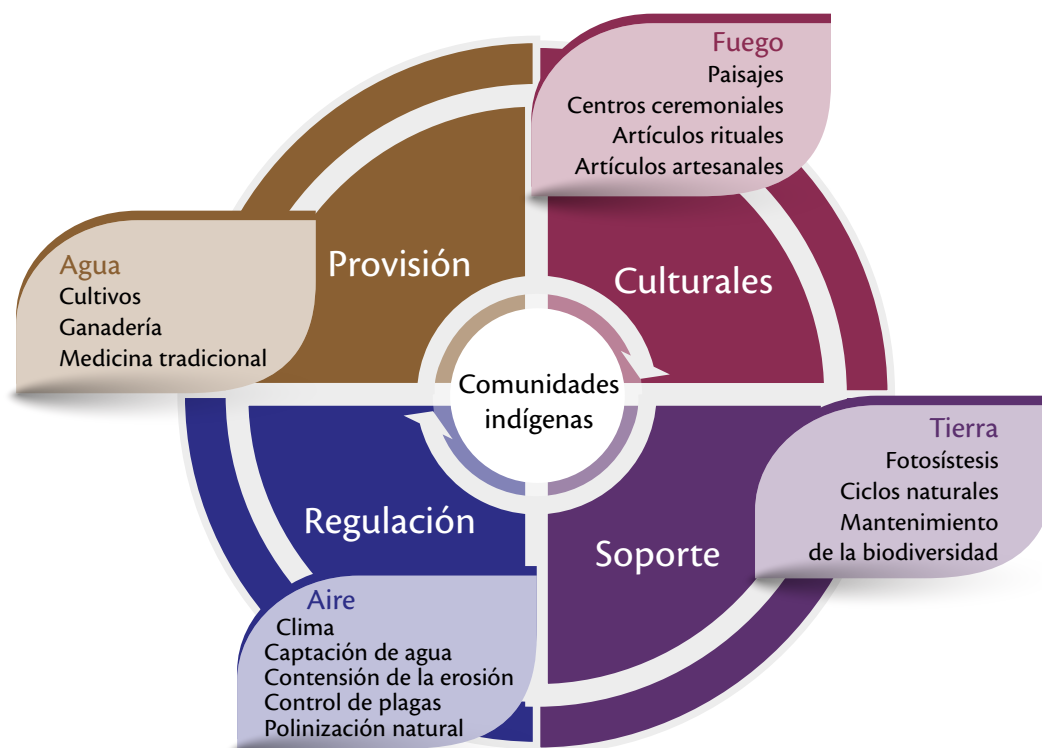


Figura 2. Servicios ecosistémicos y su integración. Las comunidades indígenas se benefician e interactúan con los servicios de soporte y regulación, culturales y de provisión, mismos que, desde la cosmovisión indígena, son cíclicos y se interrelacionan con los elementos naturales. Fuente: elaboración propia con datos de MA 2005.

- Mejora en los servicios de salud, limpieza, caminos, seguridad y educación, de parte de los tres órdenes de gobierno. Esto se debe a que en muchos casos los proyectos sitúan a la sociedad en su contexto socio-ambiental y permiten visualizar algunos de los problemas y requerimientos básicos, de modo que las comunidades cobran importancia ante el municipio por representar un factor de promoción.
- Surge el interés por parte de instituciones públicas y privadas, en profundizar sus conocimientos sobre los aspectos etnobotánicos, sociológicos, culturales y lingüísticos de estas comunidades. Esto posibilita la entrada de recursos, además del aumento manifiesto de la visibilidad y relevancia de las localidades y sus patrimonios, para disminuir la discriminación y el olvido de su problemática.
- Los proyectos coadyuvan en la obtención de la soberanía alimentaria de la comunidad, su buen vivir y la construcción de vías para el desarrollo, preservando la identidad y el patrimonio biocultural heredado.

Conclusiones

El ecoturismo comunitario en Morelos se ha desarrollado gracias a los vínculos con procesos nacionales, como RITA, y programas federales, como lo fue el PTAZI. Sin embargo, se carece de un mecanismo de continuidad a nivel estatal, y de fortalecimiento comunitario, al no haber un lazo con algún programa específico por parte de la SECTUR o la CDI, que implique financiamiento y seguimiento a los proyectos existentes.

Por medio del ecoturismo comunitario, se pretende visibilizar actividades cotidianas de las comunidades indígenas que contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida de las familias, y reducir el impacto migratorio al generar empleo, coadyunar a la articulación de la economía local y aprovechar los recursos naturales y culturales que se encuentran en los territorios morelenses.

Es mediante los proyectos ecoturísticos que se rescatan numerosas recetas tradicionales que enriquecen la gastronomía mexicana (patrimonio intangible de la humanidad). De tal manera que, se conservan y

promueven una gran cantidad de especies cultivadas y silvestres que se utilizan en el día a día de los hogares, cocinas y restaurantes de los centros ecoturísticos y empresas socias de la APITM. El trabajo que desarrollan las organizaciones coadyuva a la preservación paisajística y de ecosistemas en estos territorios.

TAZIMOR es una iniciativa integral e incluyente que suma la actividad turística con la construcción de una plataforma para el desarrollo comunitario con identidad. Asimismo, genera mecanismos económicos sustentables que conserven y aprovechen el uso de la biodiversidad, donde el gran reto es el fortalecimiento de las instituciones sociales que garanticen la gobernanza local y la incidencia en diferentes niveles.

Referencias

- APITM. Asociación de Pueblos Indígenas Trabajando por Morelos. 2012. *Acta constitutiva de la asociación denominada Pueblos Indígenas Trabajando por Morelos, Asociación Rural de Interés Colectivo de Responsabilidad Limitada*. APITM, Morelos.
- Balvanera, P. y H. Cotler. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*, vol. II. CONABIO, México, pp. 185-245.
- CDI. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. 2011. *Acuerdo de modificación a las reglas de operación del Programa Turismo Alternativo en Zonas Indígenas (PTAZI) de la Coordinación General de Fomento al Desarrollo Indígena para el ejercicio fiscal 2012*. En: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5228690&fecha=30/12/2011>, última consulta: 21 de mayo de 2018.
- CONAPO. Consejo Nacional de Población. 2015. *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2015*. En: <<http://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015>>, última consulta: 21 de mayo de 2018.
- INAFED. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2015. *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Morelos, Historia*. En: <<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM17morelos/historia.html>>, última consulta: 21 de mayo de 2018.
- INAH. Instituto Nacional de Antropología e Historia. 2014. *Jardín Etnobotánico y Museo de la Medicina Tradicional y Herbolaria. Mundo INAH 52*. En: <<https://youtu.be/U-BGhYrsfkM>>, última consulta: 21 de mayo de 2018.
- INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2008. *Informe final de actividades 2007-2008. Proyecto FZ002: Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. Componente 2: Distribución geográfica del teocintle (Zea spp.) en México y situación actual de las poblaciones*. INIFAP, México.
- MA. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Millennium Ecosystem Assessment Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press, Washington.
- PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2012. *Red indígena de turismo de México, México. Estudios de caso de la iniciativa ecuatorial*. PNUD, Nueva York.
- RITA. Red Indígena de Turismo de México. 2003. *Acta constitutiva de la Red Indígena de Turismo de México Asociación Civil*. RITA, México.
- SECTUR. Secretaría de Turismo. 2003. *Norma Oficial Mexicana NOM-09-SECTUR-2002*. Publicada el 24 de abril de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 26 de 2003.
- . 2016. *Turismo de Naturaleza*. Dirección General de Innovación del Producto Turístico-SECTUR, México.
- SECTUREM. Secretaría de Turismo del Estado de Morelos. 2014. *Ruta de los Conventos*. En: <<http://turismo.morelos.gob.mx/ruta-de-los-conventos>>, última consulta: 21 de mayo de 2018.
- TAZIMOR. Turismo Alternativo en Zonas Indígenas de Morelos. 2016. *Misión, visión y gastronomía*. En: <<http://tazimor.com.mx/>>, última consulta: enero de 2017.
- TIES. The International Ecotourism Society. 2017. *La Sociedad Internacional de Ecoturismo (TIES): Descripción de la Organización TIES*. En: <<http://www.ecotourism.org/ties-ecotourism-esp%C3%B1ol>>, última consulta: 21 de mayo de 2018.
- UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 1994. *Primeros monasterios del siglo XVI en las laderas del Popocatepetl*. En: <<http://whc.unesco.org/es/list/702>>, última consulta: julio 2017.
- UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. 2012. El trueque, tradición prehispánica. *Humanidades y Ciencias Sociales* 8(66):12-13.

La acuacultura ornamental, transformando el campo morelense

Juan Manuel Rivas González y José Humberto Cambranis Miñón

Introducción

El término acuacultura se refiere al cultivo y producción de animales y plantas acuáticas en agua dulce, salobre o marina, bajo condiciones controladas o semicontroladas (Hernández *et al.* 2009). Esta actividad requiere de la intervención humana en el proceso de cría, es decir, en operaciones como la siembra, la alimentación, la protección de predadores, entre otras, con el fin de aumentar la producción (Arredondo 1996).

La acuacultura surge como un sector productivo primario, paralelo a la agricultura y la ganadería (Platas y Vilaboa 2014), que abarca varios aspectos además de una amplia gama de especies, sistemas y prácticas, que promueve el desarrollo socioeconómico. Sus objetivos son la producción de alimentos, la generación de ingresos, el cultivo de peces de ornato y la provisión de empleo para los agricultores de escasos recursos (Hernández *et al.* 2009).

En México, la producción de peces de ornato es relevante como una actividad que genera ingresos en las comunidades que anteriormente eran agrícolas y ganaderas. Esto significa que los campesinos se han transformado en acuicultores, sobre todo en estados como Morelos; de hecho, ésta es la entidad más importante en la producción de peces de ornato en el país (Martínez *et al.* 2010). De acuerdo con los datos de SAGARPA (2015), del total de especies ornamentales producidas a nivel nacional, alrededor de 32 millones de organismos provienen de las tierras morelenses.

Acuacultura ornamental en Morelos

La acuacultura de ornato en el estado tuvo su origen en el siglo xx, a principios de la década de 1970, en el centro

de reproducción de tilapia (*Oreochromis spp.*), el cual se ubica en Zacatepec. En esta área fue donde se introdujo la carpa koi (*Cyprinus carpio*) y la carpa dorada (*Carassius auratus*; Martínez *et al.* 2010).

Ramírez y colaboradores (2010) mencionan que las primeras granjas comerciales de peces de ornato se establecieron en 1978 en los municipios de Jiutepec, Yautepec y Cuautla. Esta actividad fue promovida y apoyada por el gobierno estatal al converger dos situaciones: el uso del suelo y del agua como recursos destinados para la actividad agropecuaria en las tierras morelenses; y las modificaciones en las políticas de apoyos económicos y tecnológicos (Martínez *et al.* 2004).

En 1990, la infraestructura productiva comercial se localizó en 11 municipios, representados por 19 granjas comerciales dedicadas a la producción de tilapia (*Oreochromis spp.*) y langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) para uso alimenticio (Contreras-MacBeath 2006).

En 2012 Morelos contaba con 204 granjas de acuacultura, de las cuales 54 correspondían a producción alimenticia, y 150 a producción de peces de ornato (SEDAGRO 2012). Lo anterior se puede tomar como un importante indicador de la alta rentabilidad en esa especialidad.

De acuerdo a datos publicados por el diario Morelos Habla (2016), están consolidadas 470 unidades acuícolas, de las cuales 150 pertenecen a la producción de peces de producción alimenticia y 320 a peces de ornato, con operación en 29 localidades de 22 municipios.

Este aumento en la acuacultura ornamental se explica por una serie de factores, entre los que destacan: las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de la acuacultura morelense, como su localización geográfica, su clima cálido húmedo con lluvias en verano, una

temperatura media anual de 24°C, una gran disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas y su cercanía con la Ciudad de México, la cual es el centro de consumo de peces de ornato más importante del país (Ramírez *et al.* 2010).

Efectos sobre la biodiversidad

Los ecosistemas acuáticos dulceacuícolas, mexicanos son tan biodiversos que existen poco más de 560 especies (Miller *et al.* 2005). A nivel nacional, las distintas cuencas tienen una composición variable de especies de peces y la mayoría de ellas incluyen especies endémicas, es decir, no se presentan de manera natural en ninguna otra cuenca. Por ejemplo, en el sistema Lerma-Chapala-Santiago, de las 57 especies existentes, 33 son endémicas (Miller *et al.* 2005).

Sin embargo, la acuicultura se desarrolla de manera poco sustentable, pues llega a ocasionar alteraciones ambientales como el uso desmedido de agua, cambios indiscriminados del líquido, la utilización de antibióticos y hormonas, la generación de materia orgánica (heces fecales y peces muertos), la eutrofización¹ y la introducción de especies exóticas (Domínguez 2012).

Las especies exóticas proceden, en su mayoría, de regiones como el sureste asiático, Centroamérica y Brasil, y son introducidas por alguno de estos tres mecanismos: 1) a través de la importación, donde el arribo se da mediante un vector de transporte, como puede ser un barco o una plataforma móvil; 2) por vías naturales, a través de corrientes o debido a la propagación desde una región específica (Mendoza y Koleff 2014); y 3) al escapar de las granjas. A pesar de estas condiciones, las especies han sido capaces de establecerse en el medio natural para formar poblaciones viables que se expanden y alteran los ecosistemas invadidos (Castro *et al.* 2015).

Cabe mencionar que la introducción de especies exóticas es una de las principales causas de pérdida de la biodiversidad, debido a que éstas alteran los hábitats, provocan cambios en las características químicas del agua, modifican tanto los procesos biogeoquímicos, como las redes tróficas y pueden presentar interacciones reproductivas en detrimento de las especies nativas –como en el caso de la carpita de Morelos (*Notropis boucardi*)–, producto de la hibridación y de la reducción del tamaño

poblacional (Mendoza y Koleff 2014), además de provocar daños a los servicios ecosistémicos, la salud pública y ocasionar pérdidas económicas (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010).

De este modo, las especies exóticas invasoras son el segundo factor de riesgo de pérdida de diversidad biológica, sólo detrás de la destrucción del hábitat (Restrepo y Álvarez 2013). Esto posiciona a la acuicultura –llevada a cabo sin las medidas de sustentabilidad adecuadas– como una de las numerosas actividades humanas que han afectado severamente la condición de los ecosistemas dulceacuícolas, en Morelos y en todo el planeta (Contreras-MacBeath *et al.* 2014).

Conclusiones

Es de suma importancia y una responsabilidad nacional, conservar y manejar la megadiversidad biológica y cultural de México. La globalización y la creciente demanda de la acuicultura ornamental, exigen que los modelos actuales de producción se optimicen. De tal manera que, éstos mejoren las técnicas de uso de los recursos naturales, y que la acuicultura pueda llegar a un punto en el que realmente sea sostenible en los aspectos ecológicos, sociales y económicos, al siempre ponderar y equilibrar los valores de cada uno de ellos.

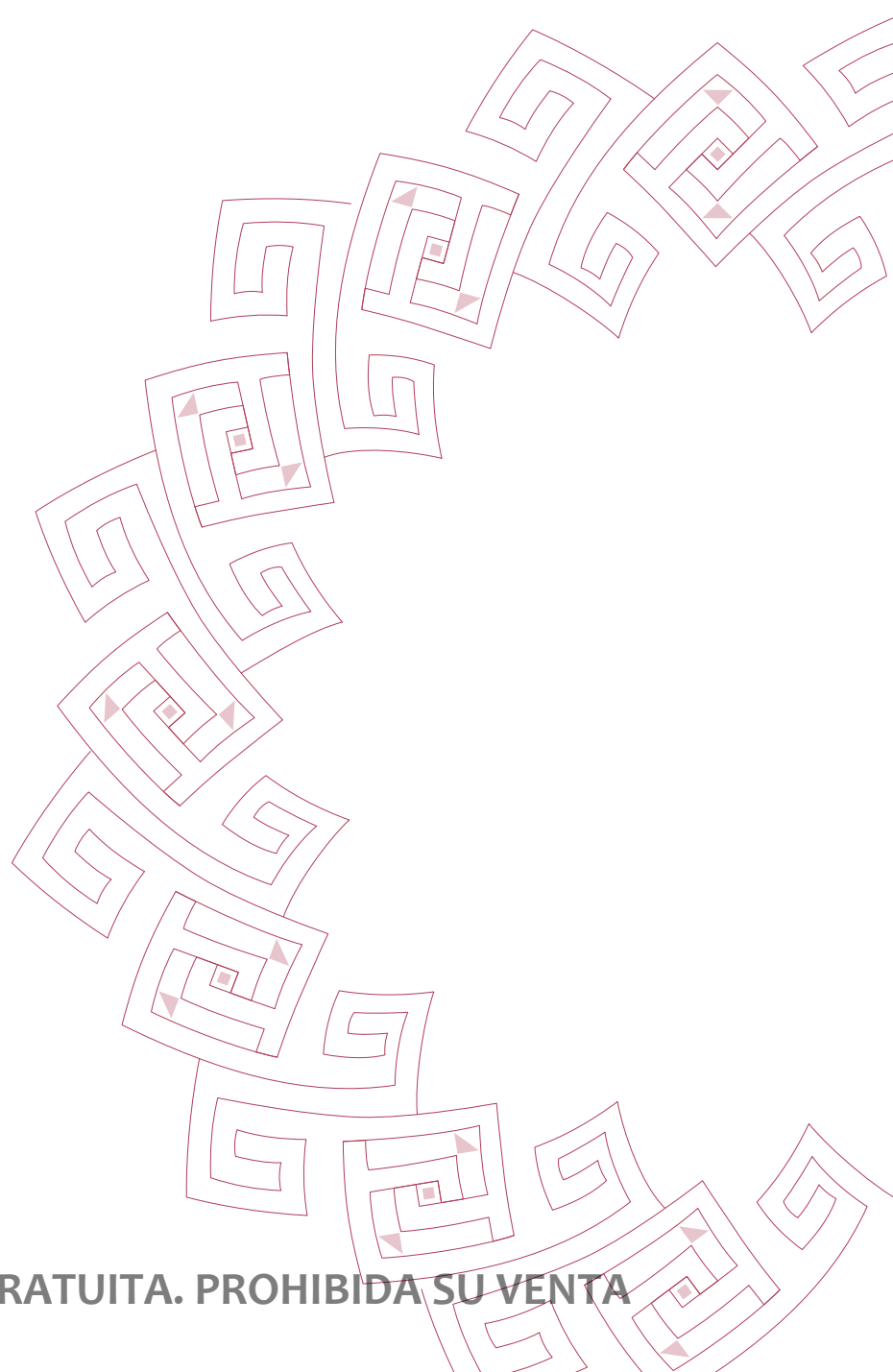
Es así como la optimización de los sistemas de manejo de los recursos naturales debe realizarse de forma continua hasta volverse cotidiana para todos los productores. Así como, funcionar como una estrategia real que minimice la contaminación en todos los cuerpos de agua, nacionales y estatales.

Las políticas públicas en México no se han desarrollado de manera óptima al dejar de lado la biodiversidad, lo cual ha traído consecuencias negativas en el aspecto social y ecológico, y ha derivado en un desarrollo sustentable nacional casi nulo. La acuicultura ornamental debería poder llevarse a cabo en cumplimiento de todas las normas y leyes mexicanas aplicables, siempre tomando en cuenta a los dueños y poseedores de la tierra y promoviendo en ellos la conciencia sobre el cuidado de la biodiversidad. En el campo morelense es palpable la transformación que se está desarrollando gracias a la contribución de la acuicultura ornamental para disminuir radicalmente los niveles de pobreza y elevar la calidad de vida de los campesinos.

¹ Enriquecimiento de aguas superficiales con nutrientes provocando un aumento de fitoplancton.

Referencias

- Arredondo, J.L. 1996. Estado actual y perspectivas de la acuicultura en México. *ContactoS* 14:28-38.
- Castro, P., A. Alonso, M. Gutiérrez *et al.* 2015. Integración de impactos ecológicos causados por plantas exóticas invasoras: propuesta metodológica. *Ecosistemas* 24(1):12-17.
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. *Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México, prevención, control y erradicación*. CONABIO/CONANP/SEMARNAT, México.
- Contreras-MacBeath, T., J.C. Boyás y F. Jaramillo. 2006. La diversidad biológica en Morelos: estudio del estado. CONABIO/UAEM, México.
- Contreras-MacBeath, T., M.T. Gaspar-Dillanes, L. Huidobro-Campos y H. Mejía-Mojica. 2014. Peces invasores en el centro de México. En: *Especies acuáticas invasoras en México*. R. Mendoza y P. Koleff (coords.). CONABIO, México, pp. 413-424.
- Domínguez, O. 2012. Los sistemas acuícolas de recirculación: ¿Una alternativa para el cultivo sustentable de peces ornamentales en el estado de Morelos? *Sociedades rurales, producción y medio ambiente* 12(24):213-231.
- Hernández, C., G. Aguirre y D. López. 2009. Sistemas de producción de acuicultura con recirculación de agua para la región norte, noreste y noroeste de México. *Revista Mexicana de Agronegocios* 25(13):117-130.
- Martínez, D., A. Malpica y J. Hernández. 2010. Estructura de la producción de la piscicultura de ornato del estado de Morelos y su relación con la diversidad de la oferta. *Sociedades rurales, producción y medio ambiente* 20(10):14-36.
- Martínez, D., S. Maraón y A. Cárdenas. 2004. Análisis retrospectivo de la piscicultura de ornato en el estado de Morelos. *Sociedades rurales, producción y medio ambiente* 8(5):69-75.
- Mendoza, R. y P. Koleff. 2014. Introducción de especies acuáticas en México y en el mundo. En: *Especies acuáticas invasoras en México*. R. Mendoza y P. Koleff (coords.). CONABIO, México, pp. 17-41.
- Miller, R.R., W.L. Minckley y S.M. Norris. 2005. *Freshwater Fishes of Mexico*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Morelos Habla. 2016. *Acuicultura, actividad básica para desarrollo económico de Morelos*. En: <<http://www.moreloshabla.com/morelos/acuicultura-actividad-basica-para-desarrollo-economico-de-morelos/>>, última consulta: 24 de abril 2017.
- Platas, D. y J. Vilaboa. 2014. La acuicultura mexicana: potencialidad, retos y áreas de oportunidad. *Revista Mexicana de Agronegocios* 35(28):1065-1071.
- Ramírez, C., R. Mendoza y C. Aguilera. 2010. *Estado actual y perspectivas de la producción y comercialización de peces de ornato en México*. UANL/INAPESCA, Monterrey.
- Restrepo, D. y R. Álvarez. 2013. Algunos aspectos sobre la introducción de especies y estado del conocimiento sobre los peces introducidos en el departamento de Caldas, Colombia. *Luna Azul* (37):268-281.
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2015. *Impulsa SAGARPA-CONAPESCA la acuicultura de peces de ornamentales como alternativa de negocio en el país*. En: <<http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2015B162.aspx>>, última consulta: 24 de abril 2017.
- SEDAGRO. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. 2012. *Programa Morelos de Desarrollo Rural Sustentable 2007-2012*. SEDAGRO, México.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El agua: una disputa entre usuarios

Nohora Beatriz Guzmán Ramírez

Introducción

El agua es el principal elemento en la naturaleza que genera, mantiene y contiene la biodiversidad, por ello es importante reflexionar en torno a su uso y a los conflictos derivados de éste. Morelos se ubica en la Región Hidrológica 18 (RH 18), en la subregión conocida como el Alto Balsas. La cuenca del Balsas, para efectos administrativos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), forma parte de la Región Hidrológica Administrativa IV (CONAGUA 2015). Las cuencas son consideradas como las unidades básicas para la gestión de los recursos hídricos (CONAGUA 2015).

La mayor parte del territorio morelense queda comprendido en la cuenca del río Amacuzac, mientras que el resto se encuentra en la del río Nexapa, con superficies de 4 121 km² y 880 km², respectivamente (CEAGUA 2014).

La cuenca del río Amacuzac se alimenta de las subcuencas hidrológicas de los ríos Cautla, Yautepec, Apatlaco y Coatlán o Chalma-Tembembe. En la cuenca del río

Nexapa se encuentra la subcuenca del río Amatzinac. Asimismo, la subcuenca más grande de Morelos es la del río Yautepec, con 1 249 km², que representa 25.19% de la superficie estatal (CEAGUA 2014).

En cuanto a las aguas subterráneas de Morelos, de acuerdo con CONAGUA, conforman cuatro zonas acuíferas: Cuernavaca, Cautla-Yautepec, Zacatepec y Tepalcingo-Axochiapan (CEAGUA 2014).

Usuarios del agua

Los usuarios del agua que están reconocidos se encuentran inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), adscrito a la CONAGUA. En éste existen registros de 396 títulos de concesión de aguas superficiales y 1 721 de aguas subterráneas en el estado, que equivalen a 865 868 132 y 376 065 919 m³/año, respectivamente (cuadro 1; CEAGUA 2014).

El mayor usuario de agua concesionada en Morelos son los agricultores (con 92% del agua superficial y 24%

Cuadro 1. Relación de concesiones y usos de agua en Morelos.

Uso	Agua superficial			Agua subterránea		
	Títulos de concesión	Volumen concesionado		Títulos de concesión	Volumen concesionado	
		%	m ³ /año		%	m ³ /año
Agrícola	204	92.00	800 148 843	681	24.00	92 041 245
Público urbano	104	4.20	36 729 688	441	64.00	244 139 723
Pecuario	52	0.02	204 099	51	0.17	646 282
Servicios	14	2.50	22 448 481	126	1.90	7 286 779
Múltiples	7	0.32	2 831 195	195	0.38	14 587 112
Doméstico	6	0.08	651 324	146	0.15	576 121
Acuicultura	6	0.07	635 306	9	0.10	378 304
Industrial	3	0.25	2 219 196	72	4.30	16 410 353
Total	396		865 868 132	1 721		376 065 919

Fuente: elaboración propia con datos de CEAGUA 2014.

Guzmán-Ramírez, N. 2020. El agua: una disputa entre usuarios. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 104-107.

del agua subterránea), seguido por el uso público urbano (con 4.2% y 64%, cuadro 1; CEAGUA 2014). Esta situación lleva al planteamiento de políticas que propongan un uso más racional y eficiente del recurso. Por ejemplo, están aquellas que plantean la transferencia de agua a las ciudades (para posteriormente devolverlas al campo como aguas grises), la tecnificación del riego, el cambio a cultivos de poco uso de agua y programas de cultura del agua que enfatizan la educación del usuario urbano (Jiménez-Cisneros *et al.* 2010).

Conflictos por el agua

En la cuenca del río Amacuzac persisten una gran cantidad de conflictos en todos los niveles. Muchos de ellos son confrontaciones entre algunas personas o grupos que dada su cantidad, implican un problema para la gestión del recurso (Guzmán-Ramírez *et al.* 2012a). Esto se liga a la subsistencia de formas de organización comunitaria en las localidades, como es el caso de Hueyapan, Santa Catarina, Tepoztlán, Ocuituco, entre otras, como documentó Guzmán-Ramírez (2006, 2009, 2011 y 2015a).

En otros casos, estos conflictos surgen de la demanda de la población acerca de la formulación de políticas públicas que tomen el sentir de todos los usuarios, en especial de aquellos que no se encuentran representados por los usuarios empresariales (observación personal).

La falta de respuesta a los reclamos que generaron el conflicto, también conlleva un desgaste a nivel de las formas de representación de intereses y de la legitimidad del sistema. Esto se expresa en la visión de las organizaciones sociales respecto a la problemática ambiental y del agua, donde predomina la desconfianza y la nula cooperación en la solución de los problemas (Guzmán-Ramírez 2011, 2015c, 2017).

Los ejemplos en la cuenca son muchos, entre ellos la tala clandestina en Huitzilac y Tres Marías, dentro del Corredor Biológico Chichinautzin, la cual afecta a mediano y largo plazo la disponibilidad de agua (Contreras-MacBeath y Urbina-Torres 1995).

Frecuentemente, hay problemas entre los usuarios de aguas arriba y los de aguas abajo, en muchas partes de la cuenca. Ejemplo de ello, se presenta en las urbanizaciones que se establecen de forma acelerada y desorganizada que privan del recurso, al ya de por sí endeble abastecimiento local de agua potable, como se ha suscitado con el crecimiento de zonas habitacionales al norte de

Cuernavaca. Estas zonas modifican cada vez más el abastecimiento aguas abajo y provocan cambios en el ciclo hidrológico, lo que genera un acentuado desequilibrio en la calidad y el acceso al recurso hídrico, así como en la percepción de la población, la cual queda marcada por un proceso que los rebasa (Rodríguez-López y Guzmán-Ramírez 2014, García-Barrios *et al.* 2018).

También en Cuernavaca, la lucha por el espacio urbano detona conflictos, especialmente por la generación de aguas negras y basura que se arrojan a las barrancas que cruzan la ciudad, así como por las urbanizaciones que invaden las laderas o que destruyen y contaminan los ecosistemas de las barrancas, situación que afecta la biodiversidad local, al abatir la flora y la fauna acuáticas (Urbina-Torres *et al.* 2013). Los investigadores hablan de afectaciones al cangrejo barranqueño y a más de 20 especies de plantas y peces (Urbina-Torres *et al.* 2013, Arreazola 2016).

En la cuenca del río Nexapa, específicamente en la microcuenca del Amatzinac, la disputa por el agua ha alcanzado niveles de enfrentamientos violentos entre comunidades. En la década de 1980, la implementación de programas gubernamentales para el desarrollo agrícola, en la región conocida como Los Altos de Morelos, generó un proceso de apropiación del agua en la parte alta de la microcuenca. Esto provocó el despojo a los pueblos de aguas abajo del recurso para la producción agrícola. Dicho conflicto fue parcialmente remediado con la construcción de pequeñas presas, que almacenan el agua de los escurrimientos de las barrancas (CONAGUA 2009).

A finales del siglo xx, se superó esta crisis y las poblaciones de Hueyapan y Tetela del Volcán protagonizaron un nuevo conflicto por las fuentes de agua para riego y uso público urbano. El desarrollo de una infraestructura con mangueras para la distribución del recurso, unido al impulso de la agricultura comercial de durazno y aguacate, detonaron una competencia por las aguas superficiales del río Amatzinac, así como por los escurrimientos que alimentan a éste. Es así que hasta 2018, se ha mantenido una tensa calma entre las poblaciones implicadas, con arreglos parciales para la distribución del agua (observación personal, Guzmán-Ramírez *et al.* 2012a).

Además de estos conflictos entre usuarios por el acceso y la distribución del recurso, en Morelos existe una fuerte resistencia por parte de los comités de autogestión de las comunidades para ceder sus espacios a la administración gubernamental (Guzmán-Ramírez 2006,

2011, 2014, 2015b). Dichas resistencias aún subsisten en ciudades como Cuautla y Cuernavaca, y son exacerbadas en comunidades más pequeñas, en las que los comités de agua prestan el servicio de distribución del recurso y mantenimiento de la infraestructura hidráulica.

Los comités de colonias y fraccionamientos tienen representación de los usuarios y una relación directa con las necesidades y problemas de estos (Guzmán-Ramírez *et al.* 2012a). Por tal motivo, estos comités sobreviven con arreglos locales y con la toma de decisiones en asambleas, sobre todo en lo que se refiere a los costos del servicio y al mantenimiento de infraestructura.

Durante el trabajo de campo, se realizaron entrevistas a los integrantes de los comités quienes manifestaron su interés en mantener el control, pues consideran que de esa manera es más eficiente el servicio. Cabe señalar que la participación en la gestión del recurso cumple una función de supervivencia cultural de la comunidad, dado que los cargos se ejercen *ad honorem*, como un servicio a la comunidad –que generalmente está condicionado–, pero también pueden ser una forma de control, para invitar a la participación en el mantenimiento del espacio compartido o en la organización de actividades comunitarias (Guzmán-Ramírez *et al.* 2012b).

Conclusiones y recomendaciones

La persistencia de los conflictos los vuelve cada día más complejos, y provoca que escalen espacialmente, de ser conflictos locales a estatales. Además, en la medida que éstos continúan, se entrelazan y sus intereses se radicalizan. Por lo anterior, es necesaria la participación conjunta, entendiéndonos todos como actores del conflicto, con intereses de diferentes tipos: humanitarios, económicos, políticos, entre otros.

Además, aunque muchas veces se reconoce como prioritario el derecho al agua, lo cierto es que, en el momento de la toma de decisiones, existen presiones ejercidas desde los diferentes sectores interesados. Asimismo, es preciso crear espacios –no sólo físicos, sino de participación y concertación– donde las instancias gubernamentales sean un actor más, que motive y facilite la colaboración de todos los interesados, y no se erijan como un elemento mediador, es decir, que realicen un ejercicio efectivo de gobernanza.

La solución está en manos de los usuarios y la sociedad, y ninguna tecnología será suficiente para detener

el problema del deterioro de la calidad del agua que afecta directamente a la biodiversidad. Si se continúa privilegiando la solución de problemas de abastecimiento para responder a la demanda de las actividades humanas, relegando al usuario ecológico, es una condena a la autodestrucción.

Referencias

- Arreazola, L. 2016. *Contaminación de barrancas y ríos amenaza para la calidad del agua*. En: <<https://megalopolismx.com/noticia/8242/contaminacion-de-barrancas-y-rios-amenaza-para-la-calidad-del-agua>>, última consulta: 18 de febrero de 2018.
- CEAGUA. Comisión Estatal del Agua. 2014. *Programa Estatal Hídrico del Morelos 2014-2018*. CEAGUA, México.
- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2009. *El río Amatzinac: ciclos de vida*. SEMARNAT/CONAGUA, México.
- . 2015. *Atlas del Agua en México*. SEMARNAT/CONAGUA, México.
- Contreras-MacBeath, T. y F. Urbina-Torres (eds.). 1995. *Historia Natural del Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Corredor Biológico Chichinautzin*. Fondo de Modernización para la Educación Superior-SEP/UAEM, Cuernavaca.
- García-Barrios, R., M. Torres-Gómez y F. Jaramillo-Monroy. 2018. *Las barrancas de Cuernavaca*. En: <www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/pon_barranca_cuernavaca.pdf>, última consulta: 18 de febrero de 2018.
- Guzmán-Ramírez, N. 2006. Una tradición de autogestión en la administración del agua de riego. La unidad de riego de El Rodeo. En: *La gestión del agua en la cuenca del río Amacuzac: diagnósticos, reflexiones y desafíos*. S. Vargas, D. Soares y N. Guzmán-Ramírez. IMTA/UAEM, México, pp. 256-280.
- . 2009. La gestión social del agua potable en los Altos de Morelos. En: *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas*. Tomo II. S. Vargas, D. Soares, O. Pérez-Peña y A. Ramírez (eds.). SEMARNAT/IMTA/Universidad de Guadalajara, México, pp. 273-297.
- . 2011. El agua para la agricultura de riego en el estado de Morelos, una historia de conflictos e intereses. En: *Gestión social y procesos productivos*. E. Guzmán-Gómez, N. Guzmán-Ramírez y S. Vargas-Velázquez (coords.). UAEM, Cuernavaca, pp. 23-37.
- . 2014. Desarrollo y manejo de recursos hídricos. En: *Conocimiento y organización en la gestión de los recursos. Experiencias en regiones rurales de México*. E. Guzmán-Gómez y N. Guzmán-Ramírez (coords.). Juan Pablos Editor/UAEM, México, pp. 45-60.
- . 2015a. Alternativas y transformaciones en el manejo de recursos naturales. En: *Campesinos y procesos rurales. Diversidad, disputas y alternativas*. E. Guzmán-Gómez, G. Espinosa-Damián y R.

- Quintana (coords.). Asociación Mexicana de Estudios Rurales, Puebla, pp. 11–16.
- . 2015b. Gestión social y conflictos por el agua de uso doméstico en la cuenca alta del Río Balsas. El caso de Yautepec, Morelos. En: *Agua e historia. Experiencias regionales, siglos XIX-XXI*. C. Martínez-Omaña y L. Romero-Navarrete (coords.). Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, México, pp. 170-186.
- . 2015c. Gestión social de recursos naturales y ciudadanía. En: *Ciudadanía, agencia y emancipación. Diálogo entre disciplinas*. J. Espinosa y T. Yurén (coords.). Juan Pablos Editor, México, pp. 125-138.
- . 2017. *Plan integral para el manejo de la barranca de Chalchihuapan*. SDS, Cuernavaca.
- Guzmán-Ramírez, N., T. Contreras-Villaseñor, A. Laureano-Solís y L. González-Flores. 2012a. Conflictos por la expansión urbana en Huitzilac, Morelos. En: *Los conflictos por el agua en México: caracterización y prospectiva*. S. Vargas, E. Mollard y A. Guitrón-de los Reyes (coords.). IMTA/SEMARNAT/UAEM, México, pp. 95-111.
- Guzmán-Ramírez, N., M. Reyes-Quintero, A. Pérez-Rodríguez y L. González-Flores. 2012b. Agua y territorio comunitario: Tetela del Volcán vs. Hueyapan. En: *Los conflictos por el agua en México: caracterización y prospectiva*. S. Vargas, E. Mollard y A. Guitrón-de los Reyes (coords.). IMTA/SEMARNAT/UAEM, México, pp. 70-94.
- Jiménez-Cisneros, B., M. Torregrosa-Armentia y L. Aboites-Aguilar. 2010. *El agua en México: cauces y encauces*. Academia Mexicana de Ciencias/CONAGUA, México.
- Rodríguez-López, T. y N. Guzmán-Ramírez. 2014. El manejo del agua e interacciones cooperantes de los usuarios de las barrancas de Chalchihuapan en el Norte de Cuernavaca, Morelos, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 11(1):53-70.
- Urbina-Torres, F., H. Mejía-Mojica y N. Guzmán-Ramírez. 2013. *Estudio técnico justificativo para la propuesta de Área Natural Protegida Barrancas Urbanas de Cuernavaca*. Centro de Investigaciones Biológicas-UAEM/SDS, México.

Productos forestales no maderables: cuachalalate

Consuelo Bonfil, Adriana Núñez Cruz y Bruno Barrales Alcalá

El cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) es un árbol endémico de México, de la familia Julianaceae, cuya corteza se utiliza desde tiempos prehispánicos en la medicina tradicional para tratar más de 30 enfermedades (García 2006, Hernández-Guevara 2006, Monroy y Monroy 2006, Solares Arenas *et al.* 2012). Es una especie de amplia distribución en los estados de la vertiente del Pacífico (Solares Arenas y Gálvez Cortés 2002).

En Morelos es un componente importante de la selva baja caducifolia, y se encuentra en un gradiente altitudinal de 1 200 a 1 350 msnm. Este árbol puede alcanzar una altura de 8 m, con un fuste de hasta 40 cm de diámetro. Por lo general, su tronco se desarrolla en forma torcida, la corteza externa es lisa con grandes escamas engrosadas y suberificadas, la parte lisa es de color grisáceo oscuro. Es dioico y presenta frutos colgantes en racimo, en forma de ala, que miden de 3 a 4 cm (Pennington y Sarukhán 1968, 2005).

De acuerdo con la biblioteca de la medicina tradicional mexicana de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en varias entidades de México se menciona con frecuencia el empleo del cuachalalate para tratar úlceras, cáncer de estómago, gastritis y ciertas lesiones cutáneas. Esta misma fuente indica que experimentalmente se comprobó que dicha especie tiene un efecto hipocolesterolemia significativo, y un efecto antiulcerogástrico. Con base en esto, se considera confirmada su actividad antitumoral y anticancerígena, por lo cual su uso se recomienda ampliamente. Sin embargo, gran parte de la población la utiliza principalmente para el tratamiento de úlceras y gastritis.

Según registros de muestreos realizados en los años noventa, el cuachalalate se encontraba presente en los municipios de Tlaltizapán, Tlaquiltenango, Tepalcingo, Jojutla, Zacatepec, Yautepec, Tepoztlán, Coatlán del Río,

Miacatlán, Axochiapan, Puente de Ixtla, Mazatepec, Tecala, Jonacatepec, Jantetelco, Yecapixtla y Tlayacapan (Solares Arena y Gálvez Cortés 2002).

En la extracción tradicional de la corteza de los árboles se usa un machete, pero generalmente no se considera la profundidad del corte, ni la superficie descortezada. Esta práctica puede dejar al descubierto grandes porciones del tejido xilemático (conocido comúnmente como madera), lo que puede dañar la salud del árbol e incluso ocasionar su muerte. Tampoco hay una selección de árboles por su edad o tamaño.

Debido a que esta forma de aprovechamiento no es sustentable, en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se realizaron estudios con la finalidad de generar una tecnología que permita un descortezamiento adecuado, no sólo para evitar la mortalidad de los árboles explotados, sino para mantener una tasa de extracción sustentable. En ellos se proponen valores de profundidad de descortezamiento relacionados con el diámetro del tronco: se recomienda extraer placas de 60 cm de longitud dispuestas de forma alterna en 50% del perímetro del árbol, dejando entre 5 y 10 cm sin descortezar entre una placa y otra. Al final se descortezan sólo 50% del fuste para no afectar la regeneración de la corteza. El tiempo para la recuperación de la corteza es de 16 a 24 meses (Solares Arenas *et al.* 2006).

Para dar a conocer esta tecnología y evitar poner en riesgo las poblaciones naturales, el INIFAP, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y la Fundación Produce Morelos publicaron un manual para una producción sustentable de corteza de cuachalalate (Solares Arenas y Gálvez Cortés 2002).

En lo que se refiere a los rendimientos y la comercialización, bajo un esquema tradicional, se obtienen

entre 2.5 y 6.5 kg de corteza por árbol, dependiendo de su tamaño. Considerando una densidad de 50 árboles por hectárea, se obtendría una producción de entre 125 y 325 kg/ha (el valor más alto se obtiene si el diámetro de los árboles es mayor a 20 cm; Solares Arenas y Gálvez Cortés 2002).

En este sentido, en el manifiesto de una evaluación de impacto ambiental (MIA) para el aprovechamiento de recursos no maderables con fines comerciales en el ejido de Chimalacatlán (Tlalquitenango), los consultores estimaron una producción de entre 223 y 267 kg/ha/año de corteza seca (correspondientes a 1 400-1 700 kg/ha de corteza fresca, con una relación de peso fresco/peso seco de 6:1) para el periodo 2016-2020 (ASES 2015). En dicho documento se especifica que sólo se aprovechará 50% de la corteza de cada individuo, siguiendo la metodología propuesta por Solares Arenas y Gálvez Cortés (2002), pero de acuerdo con la NOM-005-SEMARNAT-1997 deben dejarse sin intervenir como mínimo 20% de las plantas en la etapa de madurez de cosecha, sin que –en opinión de los autores– se pueda sustituir el segundo criterio con el primero.

Hasta la fecha no se ha estudiado el impacto de la extracción de corteza en el número y la calidad de las semillas producidas por árboles maduros, y podría ser significativo y afectar la regeneración (Bonfil *et al.* 2017). Es importante considerar que la extracción se ha realizado en poblaciones naturales, y no se han establecido plantaciones productivas, a pesar de que se ha estimado que en una plantación con una densidad de 800 árboles/ha, se podrían obtener 3.6 t/ha (Solares Arenas *et al.* 2006).

En cuanto a la comercialización, se identificaron tres zonas de abastecimiento principales: el sur de Morelos, parte de la Mixteca poblana y el norte de la cuenca del Balsas. En la entidad, se tiene el reporte de la extracción de cuachalalate en 17 de las 21 comunidades rurales localizadas en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, con una producción de 22.4 t/año en 2002 (Solares Arenas *et al.* 2012). La temporada de aprovechamiento inicia en noviembre y finaliza en mayo, y un recolector cosecha entre 150 y 300 kg por temporada.

De acuerdo con la información disponible, una familia de Tepalcingo se encarga de abastecer gran parte del producto al mercado de Sonora, en la Ciudad de México, y en la comunidad de Axochiapan se concentra la producción de cuachalalate proveniente de Morelos y la

Mixteca poblana, que es en promedio de cuatro toneladas por temporada. Asimismo, se reporta que parte de la producción se exporta a laboratorios extranjeros, sin especificar más. En los mercados locales de las principales ciudades de la entidad –Cuautla, Jojutla y Cuernavaca–, la corteza se vende directamente al consumidor en los puestos de herbolaria; se estima que tanto en Cuautla como en Cuernavaca se comercializan en promedio 7 t/año (Solares Arenas *et al.* 2012).

A pesar de esto, no siempre es posible colocar el producto en el mercado, y los precios que los acopiadores pagan a los colectores son muy bajos. En la mencionada MIA de Chimalacatlán, se señala que en el periodo 2007-2011 no se efectuó el aprovechamiento del cuachalalate, a pesar de contar con la autorización respectiva, por las condiciones del mercado y la ausencia de una estrategia comercial.

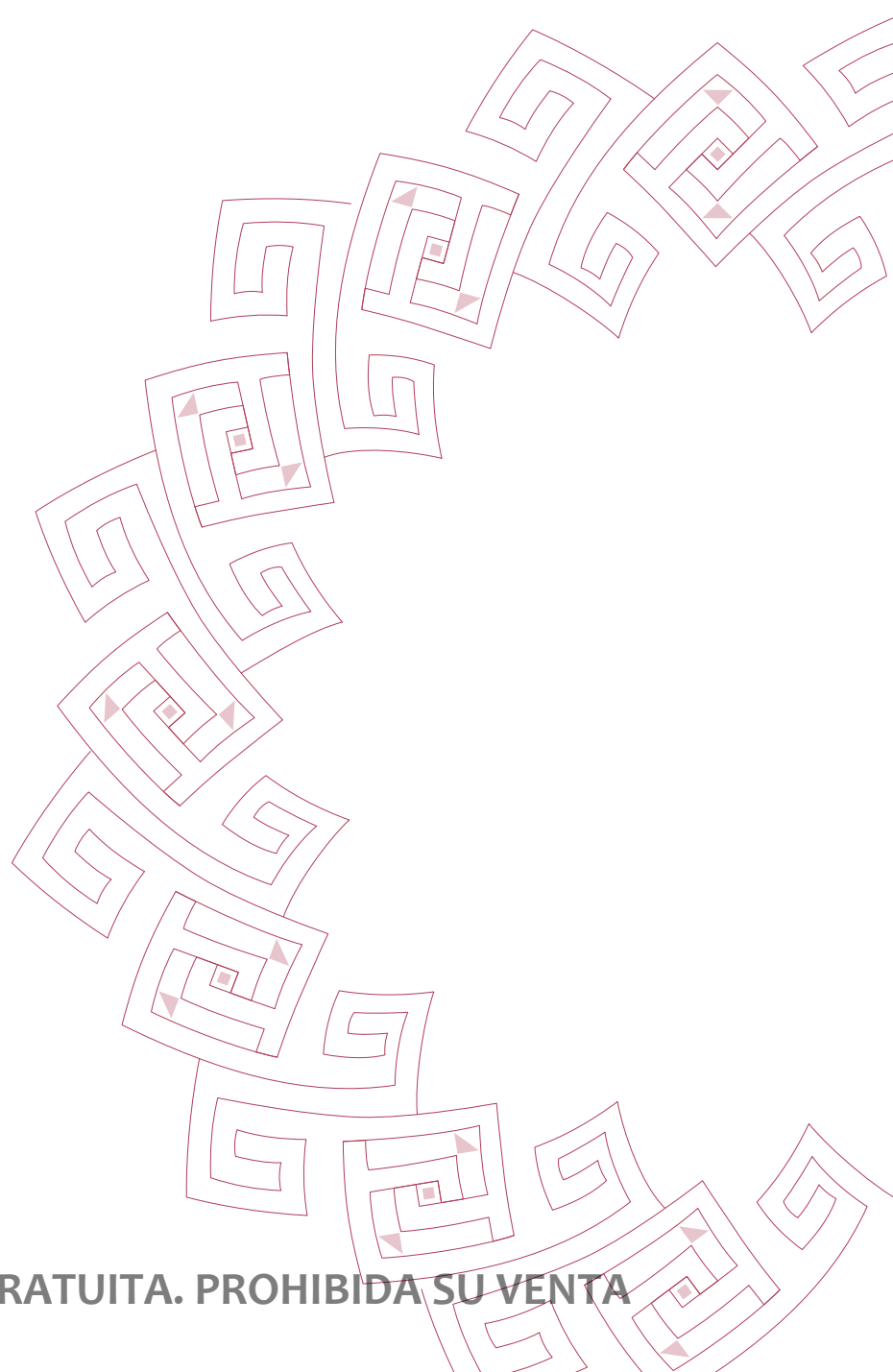
Por otro lado, es necesario prestar atención a la regeneración natural de las poblaciones de esta especie, que puede estar en peligro por el libre pastoreo del ganado vacuno. Por ello, sería necesario considerar excluirlo periódicamente de las zonas de extracción.

Adicionalmente, la regeneración puede complicarse por el hecho de que presenta un alto porcentaje de frutos sin semilla (Guzmán-Pozos y Cruz-Cruz 2014), lo que debe tomarse en cuenta al implementar programas de propagación y regeneración natural. Boyás *et al.* (2001), enlistan al cuachalalate entre las especies amenazadas de las zonas centro y sur de Morelos, por ser escasa y por su alto grado de comercialización.

Referencias

- ASES. Agencia de Servicios Especializados para el Desarrollo S.C. 2015. *Manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables con fines comerciales (fruto de linaloe, corteza de cuachalalate y exudado de copal) en el ejido Chimalacatlán*. En: <<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/mor/estudios/2007/17MO2007FD004.pdf>>, última consulta: septiembre de 2016.
- Bonfil, C., A. Núñez Cruz y B. Barrales Alcalá. 2017. *Diagnóstico de sistemas productivos y prácticas actuales de conservación de la diversidad vegetal en el estado de Morelos*. CONABIO, México (inédito).
- Boyás, J.C., M.A. Cervantes, J.M. Javelly *et al.* 2001. *Diagnóstico Forestal del Estado de Morelos*. INIFAP, México.

- García, G.K.Y. 2006. Principales usos y posibles acciones farmacológicas del cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schltdl.). *InfÁRMate* 7:1-7.
- Guzmán-Pozos, A.M. y E. Cruz-Cruz. 2014. Características físicas de frutos de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* (Schltdl.) Standl.) de tres procedencias. *Revista Fitotecnia Mexicana* 37:255-260.
- Hernández Guevara, C. 2006. *Estudio del efecto antígenotóxico del cuachalalate (Amphipterygium adstringens) evaluado con el ensayo cometa (electroforesis unicelular en gel)*. Tesis de licenciatura. UAQ, Santiago de Querétaro.
- Monroy, O.C. y R. Monroy. 2006. *Las plantas compañeras de siempre: la experiencia en Morelos*. UAEM, Cuernavaca.
- Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 1968. *Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México*. INIFAP/FAO, México.
- . 2005. *Árboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies*. FCE, México.
- Solares Arenas, F. y M.C. Gálvez Cortés. 2002. *Manual para una producción sustentable de corteza de cuachalalate (Amphipterygium adstringens Schiede ex Schlecht)*. Publicación especial No. 34. SAGARPA/INIFAP, México.
- Solares Arenas, F., J. Jasso Mata, J. Vargas et al. 2006. Capacidad de regeneración en grosor lateral en corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.) en el estado de Morelos. *Ra Ximhai* 2:481-495.
- Solares Arenas, F., J.M.P. Vázquez Alvarado y M. Gálvez Cortés. 2012. Canales de comercialización de la corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.) en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 3:29-42.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El cultivo de maíz y la milpa

Consuelo Bonfil, Adriana Núñez Cruz y Bruno Barrales Alcalá

El cultivo tradicional de milpa incluye maíz, calabaza (figura 1) y frijol, y ocasionalmente chile, así como el aprovechamiento de diversas especies arvenses. Éste es un sistema basado en una alta inversión de fuerza de trabajo, ya que las labores agrícolas inicialmente pueden realizarse con ayuda de animales de tiro, pero una vez que han crecido la calabaza y el frijol, deben realizarse manualmente.



Figura 1. Calabaza cultivada en la entidad. Foto: Juan Carlos González Rodríguez.

En 2010 la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO 2010) reportó que se cultivaron 13 razas de maíz en el estado, y más recientemente en diversas comunidades se documentó la persistencia del cultivo de razas de maíz criollo (figura 2), así como de algunas tradiciones asociadas a éste (Hagman 2015, Tapia y Gómez 2015). En el norte del estado se han registrado las razas Ancho, Olotillo, Tuxpeño, Pepitilla, Dulce de Jalisco y Zapalote, y en el sur la más común es Elotes occidentales, pero también se encuentra Vandeño, Tuxpeño, Olotillo, Ratpon, Pepitilla, Ancho y Bolita.

Una evaluación experimental de su rendimiento mostró que algunas colectas de maíces criollos tienen rendimientos de grano similares a los obtenidos con maíces mejorados, de hasta 5 t/ha (Trujillo-Campos 2013). Aunque hay una fuerte presión por modernizar el cultivo y usar semillas mejoradas, muchos productores campesinos siguen prefiriendo usar semillas criollas, lo que se relaciona con la tradición y la experiencia, pero también con la subsistencia y el rendimiento, ya que consideran que la proporción grano/olote es mejor en los maíces nativos, al igual que el sabor (Hagman 2015).

A pesar de lo anterior, es evidente que en las últimas décadas el sistema productivo de milpa se ha reducido en extensión e importancia, aunque persiste a pequeña escala por arraigo cultural. En los municipios donde dominan las planicies se favorece el establecimiento de monocultivos extensivos (figura 3), en los que se emplean paquetes tecnológicos que favorecen muy poco la conservación de los recursos fitogenéticos locales y la diversidad vegetal en sentido más amplio.

La vulnerabilidad de la milpa se debe a la presión tecnológica externa, a cambios socioculturales (p.e. la migración), y a políticas nacionales e internacionales.

Bonfil, C., A. Núñez-Cruz y B. Barrales-Alcalá. 2020. El cultivo de maíz y la milpa. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 112-114.



Figura 2. Diversidad de maíces criollos. Fotos: Juan Carlos González Rodríguez.



Figura 3. Monocultivo de maíz. Foto: Juan Carlos González Rodríguez.

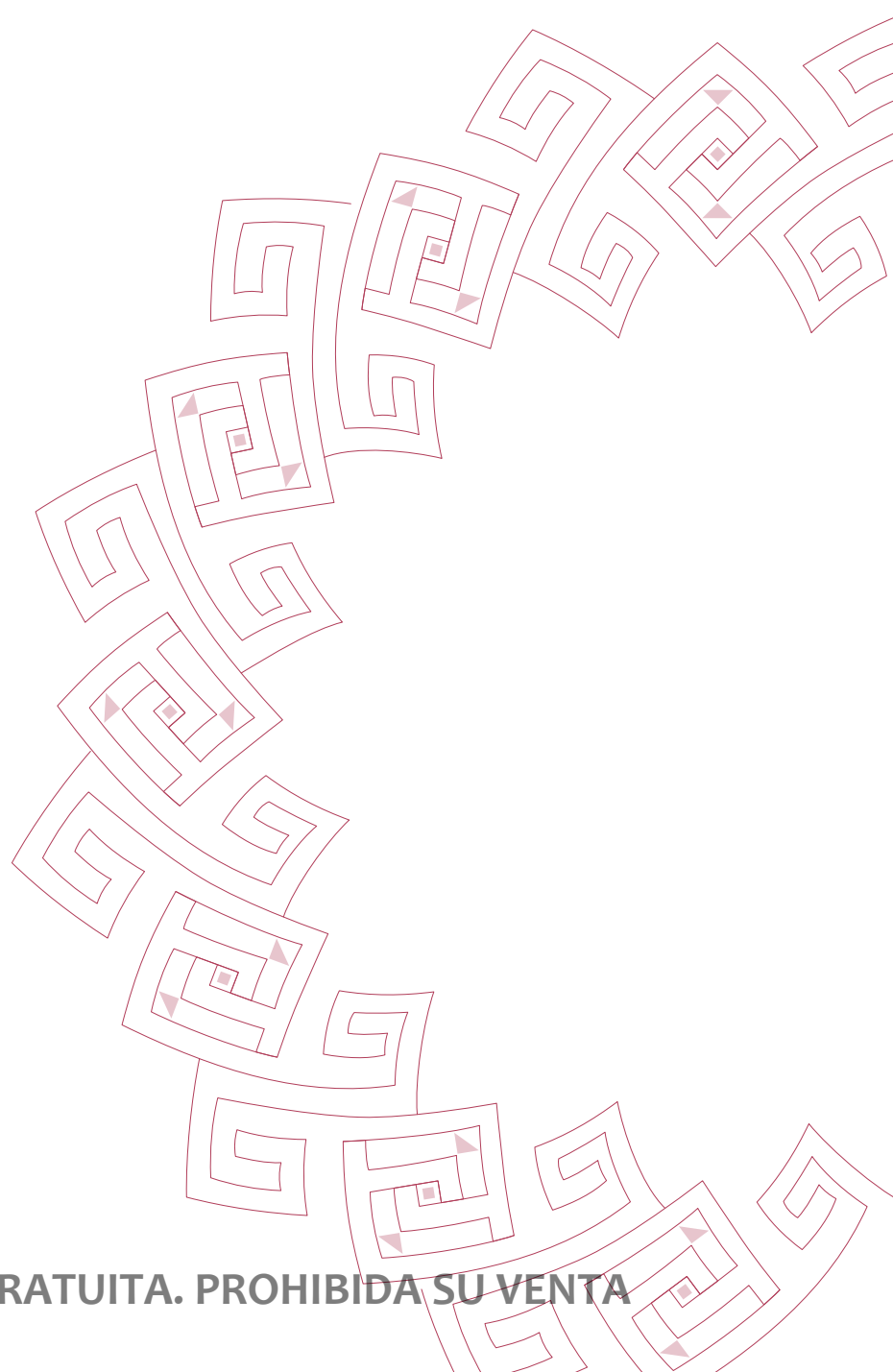
Un factor relevante en su abandono es el bajo precio del maíz y sus especies asociadas, lo que causa que no sea redituable invertir la mano de obra necesaria y que se prefiera simplificar el cultivo, incluyendo sólo maíz (o sembrando el frijol y la calabaza separados espacialmente del maíz, en otros surcos o en los linderos de las parcelas) y sustituyendo la mano de obra con el uso de agroquímicos. Esto aumenta la dependencia de insumos externos (Astier 2006, Guzmán-Gómez y León-López 2014), tiene consecuencias negativas para la salud de los ecosistemas e incrementa la erosión del suelo, que está mejor protegido con el policultivo.

La milpa tradicional, además de satisfacer diversas necesidades de las familias campesinas, tiene un menor impacto ambiental que la producción con alta tecnología y uso de insumos. La emergencia de mercados alternativos, que ofrecen un mejor precio por los productos agrícolas con un menor uso de agroquímicos, podría llevar a mediano plazo a revitalizar las prácticas tradicionales de producción, que son más compatibles con la conservación (Bonfil *et al.* 2017).

Entre éstos se encuentran, además de los mercados orgánicos, los restaurantes, especialmente los de comida mexicana, en los que se podría fomentar el uso del maíz criollo en la elaboración de sus platillos, difundiendo sus características deseables de sabor y textura. De esta forma, los campesinos podrían obtener un precio justo y un mercado estable para las variedades criollas de maíz. Para lograrlo se requiere documentar en primera instancia las localidades o ejidos donde aún permanece dicho sistema y puede ser fomentado, así como la medida en que coexiste con otras formas de producción más modernas.

Referencias

- Astier, M. 2006. Medición de la sustentabilidad en sistemas agroecológicos. En: *vii Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica: Agricultura y Alimentación Ecológica*. Zaragoza, España.
- Bonfil, C., A. Núñez Cruz y B. Barrales Alcalá. 2017. *Diagnóstico de sistemas productivos y prácticas actuales de conservación de la diversidad vegetal en el estado de Morelos*. CONABIO, México (inédito).
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. *Base de datos de maíces nativos del proyecto global. Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México. Análisis del contexto social y biocultural de las colectas de maíces nativos en México*. CONABIO, México.
- Guzmán-Gómez, E. y A. León-López. 2014. Peculiaridades campesinas del Morelos rural. *Economía, Sociedad y Territorio* 14:175-200.
- Hagman, E.L. 2015. *Conservación biocultural del maíz nativo en Amatlán de Quetzalcóatl, Morelos*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias-UNAM, México.
- Tapia, S.M. y E.G. Gómez, 2015. Caracterización sociocultural de las milpas en dos ejidos del municipio de Tlaquiltenango, Morelos, México. *Etnobiología* 13:94-109.
- Trujillo-Campos, A. 2013. Rendimiento racial de maíces criollos colectados en el trópico seco de Morelos. En: *Memorias v Reunión Nacional para el mejoramiento, conservación y uso de los maíces criollos*. Sociedad Mexicana de Fitogenética. San Cristóbal de las Casas, México.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Producción de miel

Consuelo Bonfil, Adriana Núñez Cruz y Bruno Barrales Alcalá

La apicultura consiste en la crianza de abejas con el objetivo de obtener miel y otros productos asociados a las colmenas. Actualmente, México es el sexto productor a nivel mundial y el tercer mayor exportador del mundo (CONABIO 2016, Grimaldo 2012, SAGARPA 2015).

La apicultura depende en gran medida del entorno natural (Matus 2003). En general, la cosecha de miel presenta una marcada estacionalidad, debido en parte a la vegetación y sus periodos de floración, que dependen de factores como la altitud y la latitud, la orografía y el clima, entre otros (Villegas *et al.* 2002). Estos factores determinan también el carácter monofloral o multifloral y algunas propiedades de la miel como su color, olor, sabor y otras características (Piedras y Quiroz 2007). En 2015 Morelos ocupó el lugar número 11 entre los estados productores, con 2.7% de la producción total (1 655 t; SIAP 2015).

Un nicho de mercado importante en México es la miel orgánica certificada; en 2006 México fue el tercer país exportador de miel orgánica en el mundo (CONABIO 2016). El impulso de esta producción se debe a la preferencia de los consumidores hacia productos que no impliquen la aplicación de sustancias como antibióticos, plaguicidas, hormonas, fertilizantes agrícolas, conservadores, entre otros, que de forma accidental o inducida contaminan los alimentos (SAGARPA 2014).

En Morelos destaca la producción de la Cooperativa Miel Mexicana Volcán Popocatepetl, que reúne a apicultores de nueve estados del centro y sureste del país. Las comunidades de Ocuituco y Yecapixtla forman parte de ella y ofrecen empleo a 130 familias (Camozihual Expreso de Morelos 2012); cada productor tiene sus colmenas y se inscribe en el sistema de producción orgánica mediante el cual obtiene su certificación (México Campo

Adentro 2016). Actualmente, exportan miel a la península arábiga (Diario de Morelos 2016).

Otra comunidad que se dedica tradicionalmente a la producción de miel es San Andrés de la Cal, en el municipio de Tepoztlán. Las familias que tienen apiarios, además de vender miel y propóleo en los mercados regionales, elaboran productos artesanales, como jarabes, cremas y pomadas, y productos de aseo personal (figura 1). Sin embargo, la vegetación de los alrededores de la comunidad ya no es suficiente para sostener a las colmenas existentes, por lo que algunos productores cuentan con apiarios en otras localidades.

Desafortunadamente, en algunas de estas comunidades la urbanización continúa avanzando y ocupando zonas antes cubiertas con vegetación natural, lo que causa preocupación entre los productores. Otro factor que disminuye la producción de miel, es el incremento en el uso de agroquímicos en el cultivo del sorgo y otras especies, lo que afecta a las abejas y causa reducciones en las colmenas y en la producción de miel (Planeta Tepoztlán 2016).

A pesar de que la producción de miel va en aumento a nivel estatal, hay zonas que tuvieron una importante producción de ésta hasta hace unas décadas y que han dejado de producir. Ejemplo de ello, es el caso de la Sociedad de Producción Rural de R.L. Apimor, ubicada en Joncatepec, que tenía 9 mil colmenas en varios ejidos del sur y oriente de la entidad (García Jiménez 1992). Al parecer muchos apiarios desaparecieron unos años después de la llegada de la abeja africana, debido a que se presentaron numerosos ataques que ocasionaron la muerte de ganado e incluso de algunas personas, y las comunidades se rehusaron a tener apiarios cerca de los poblados; incluso se presentó vandalismo y destrucción de colmenas, lo que finalmente llevó a que cesara la producción de miel en la zona.

Por otra parte, algunos productores reciben apoyo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a través del Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN). Entre las acciones que deben realizar, se encuentra el favorecer la presencia de las especies vegetales melíferas, para lo cual recolectan las semillas y las diseminan, y deben también establecer cortinas rompeviento y terrazas. Sin embargo, no todos los productores tienen acceso a este apoyo y algunos no realizan ninguna labor para incrementar la presencia de especies melíferas, aunque les preocupa su disminución en las áreas cultivadas, lo que atribuyen al uso de herbicidas y al avance de la urbanización y la disminución de las áreas de monte (Bonfil *et al.* 2017).

En conclusión, además de la importancia económica de la apicultura en Morelos, esta actividad tiene importancia ecológica porque depende de la presencia de numerosas especies vegetales que forman parte de las comunidades naturales. Además, contribuye notablemente al servicio ecosistémico de polinización.

La producción de miel representa una alternativa sustentable de producción, ya permite incrementar los ingresos de los productores rurales y contribuye de manera importante a la conservación de la diversidad vegetal. Asimismo, tiene potencial para fomentar la participación de los productores en programas para favorecer la transición a una agricultura más amigable con el ambiente, que conlleva la disminución en el uso de agroquímicos y el fomento del uso y la conservación de las variedades nativas de cultivares. Dependencias como la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO) de Morelos podrían impulsar dichos programas. Además, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) podría desarrollar protocolos para propagar las especies melíferas, producirlas en sus viveros y fomentar su reintroducción en sitios perturbados, alrededores de zonas agropecuarias y caminos rurales de las comunidades productoras de miel.



Figura 1. Venta de miel y productos derivados por productoras de San Andrés de la Cal, Tepoztlán. Foto: Consuelo Bonfil.

Referencias

- Bonfil C., A. Núñez-Cruz y B. Barrales-Alcalá. 2017. *Diagnóstico de sistemas productivos (agrosilvopastoriles, orgánicos y agroforestales) y prácticas actuales de conservación en el estado de Morelos*. Documento elaborado para la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal. CONABIO, México (inédito).
- Camozihuale Expreso de Morelos. 2012. *40% de la miel orgánica se produce en Morelos*. En: <<http://www.expresodemorelos.com.mx/noticias-40-por-ciento-de-la-miel-organica-se-produce-en-morelos-4498.html>>, última consulta: 30 de septiembre de 2016.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2016. *Aprovechamiento sustentable, miel*. En: <<http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/miel.html>>, última consulta: 28 de septiembre de 2016.
- Diario de Morelos. 2016. *Exporta Morelos miel a la península arábiga*. En: <<https://www.diariodemorelos.com/noticias/exporta-morelos-miel-peninsula-arabiga>>, última consulta: 28 de septiembre de 2016.
- García Jiménez, P. 1992. Estructura del sector agropecuario y movimientos sociales en Morelos. En: *Mitos y realidades del Morelos actual*. U. Oswald (coord.). Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, México, pp. 143-220.
- Grimaldo, L.U. 2012. *Nuevos mercados para la exportación de miel orgánica: Lituania*. Tesina de licenciatura. UNAM, México.
- Matus, M.C. 2003. *La apicultura como una opción de desarrollo sustentable y contribución a la economía campesina: proyecto en Tetecala, Morelos*. Tesis de licenciatura. UNAM, México.
- México Campo Adentro. 2016. *Mieles orgánicas monoflorales. Proyecto Volcán Popocatepetl*. En: <http://www.mexicocampoadentro.org/miel_mono.php>, última consulta: 30 de septiembre de 2016.
- Piedras, B. y D. Quiroz. 2007. Estudio melisopalinológico de dos mieles en la porción Sur del Valle de México. *Polibotánica* 23:57-75.
- Planeta Tepoztlán. 2016. *La producción de miel de San Andrés de la Cal en peligro por pesticidas*. En: <<http://planetatepoztlan.mx/la-produccion-de-miel-de-san-andres-de-la-cal-en-peligro-por-pesticidas/>>, última consulta: 10 de enero de 2017.
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2014. *Manual de buenas prácticas de producción de miel*. En: <<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20de%20Buenas%20Prcticas/Attachments/1/mbpp.pdf>>, última consulta: 5 de octubre de 2016.
- . 2015. *Notiabeja*. En: <<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/documents/2015/apicultura/notiabj%202015-1.pdf>>, última consulta: 4 de octubre de 2016.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquería. 2015. *Avance mensual de la producción pecuaria, Miel*. En: <http://info-siap.siap.gob.mx/repoAvance_siap/grafica_base/pecAvanceProd.jsp>, última consulta: 4 de octubre de 2016.
- Villegas, G., A. Bolaños, J. Miranda y A. Zenón. 2002. *Flora nectarífera y polinífera en el estado de Chiapas*. SAGARPA, México.

Conclusiones. Usos tradicionales y convencionales

Nohora Beatriz Guzmán Ramírez y Erandy Toledo Alvarado

A lo largo de los capítulos compilados en esta sección se presenta un análisis de los diversos usos que se le otorgan a los recursos naturales disponibles en el territorio morelense. Estos usos son variables y dependen de las necesidades de los grupos humanos que viven en las distintas comunidades que integran el estado.

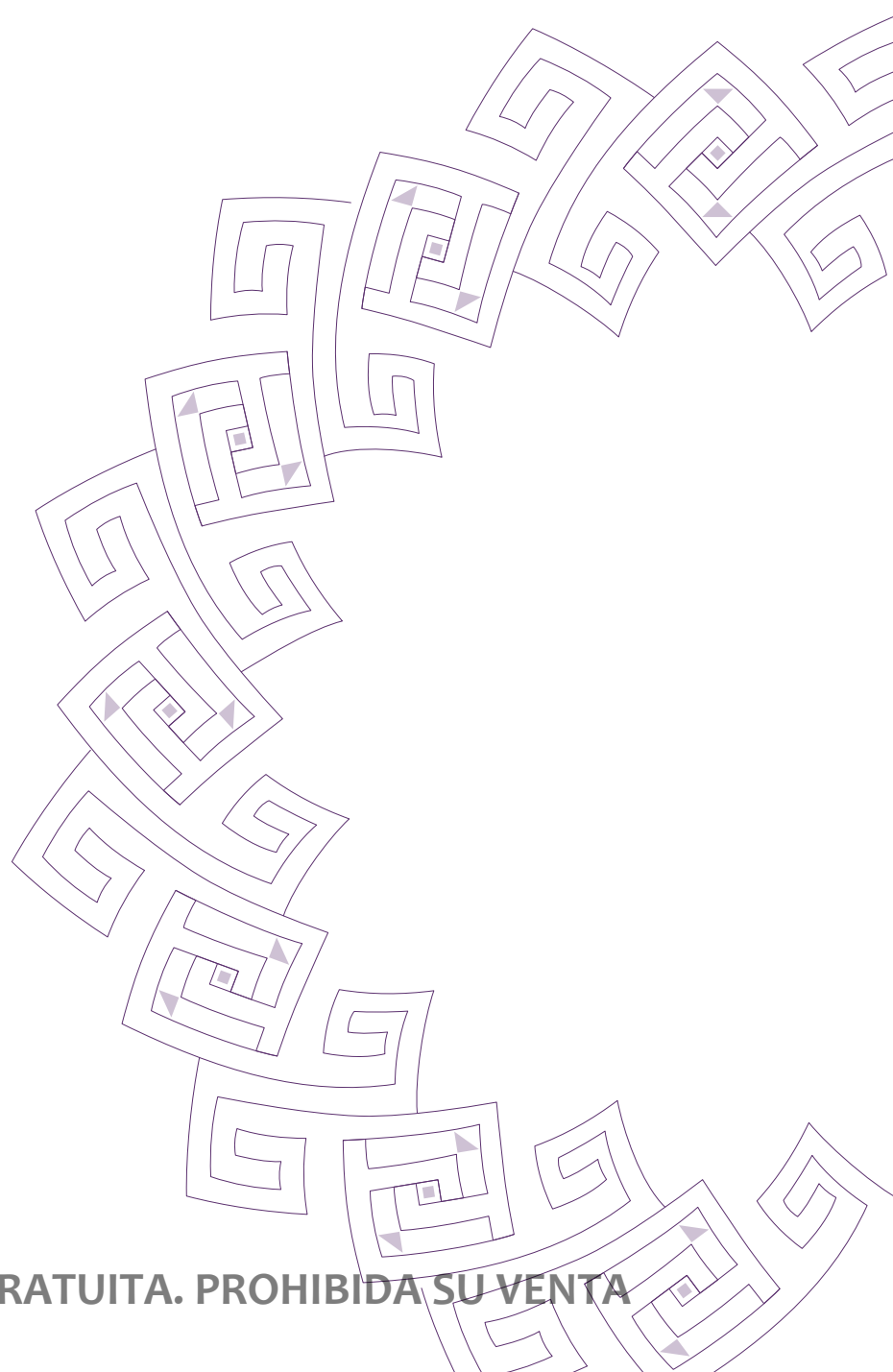
En el análisis realizado en los capítulos de esta sección se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. Un manejo sostenible de la diversidad biológica con la que cuenta el territorio morelense debe apoyarse en las poblaciones humanas que, históricamente, habitan en éste. Pues son las que, mediante el aprovechamiento de la biodiversidad, reproducen y producen saberes que se transmiten de generación en generación.
2. La conservación de los recursos naturales, especialmente la flora del estado, es crucial para mantener cadenas tróficas y usos importantes para las comunidades, como son las plantas medicinales que, cuyo uso además de ser una alternativa en salud, representa un cúmulo de saberes tradicionales importantes.
3. La gran biodiversidad con la que cuenta el estado representa una posibilidad para generar proyectos en los que se involucren pueblos originarios para disminuir problemas sociales existentes en la entidad. En este sentido, el ecoturismo representa una opción viable para la preservación paisajística y el desarrollo económico sostenible de las diferentes comunidades del estado.
4. Sin embargo, uno de los principales retos a los que se enfrentan las poblaciones que aprovechan los recursos naturales con los que cuenta la entidad, es la falta de una estrategia consensuada para el manejo y conservación de los mismos. El crecimiento urbano constituye uno de los principales puntos de conflicto por el uso del territorio, por cuanto éste afecta la calidad de los recursos (como el agua), indispensables para el mantenimiento de la biodiversidad. No obstante, se desarrollaron y se pueden seguir realizando propuestas y programas gubernamentales e iniciativas locales que promuevan el manejo adecuado de la biodiversidad.
5. Otro de los retos a resolver es la introducción de especies exóticas, sin efectuar un análisis de los posibles impactos a la biodiversidad nativa, con un enfoque que privilegia intereses económicos. Se deben tener en cuenta los efectos negativos que esto podría generar para las especies nativas y endémicas con los que cuenta la entidad y que, históricamente, han sido parte del ecosistema y de la vida de las poblaciones que ocupan el territorio.
6. Finalmente, es preciso desarrollar propuestas en conjunto, sociedad y gobierno, debido a que los recursos naturales en la entidad, no tienen usos únicos y exclusivos. La gran biodiversidad con la que cuenta la entidad se enfrenta a nuevos actores y agentes con intereses diferenciados y que, por tanto, generan conflictos que se traducen en procesos sociales, económicos y culturales que afectan, especialmente, a las poblaciones que hacen uso de los recursos naturales para su supervivencia.

En las políticas públicas, como en la actuación de los funcionarios encargados de su implementación, es necesario que se priorice el enfoque de la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales. Especialmente, es indispensable que se sustenten las decisiones a partir del manejo histórico de los mismos, por parte de las comunidades asentadas en Morelos.

Guzmán-Ramírez, N.B. y E. Toledo-Alvarado. 2020. Conclusiones. Usos tradicionales y convencionales. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 119-120.

Para un manejo exitoso de la biodiversidad se requiere generar acuerdos y consensos que involucren a las comunidades morelenses, que respeten sus saberes tradicionales. Asimismo, es necesario reconocer y conservar la biodiversidad del estado, y privilegiar especies nativas y endémicas, sobre especies exóticas.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

11 · Factores de presión

Resumen ejecutivo. Factores de presión

José Juan Blancas Vázquez, Xavier López Medellín y Víctor Hugo Flores Armillas

Desde una perspectiva amplia, en esta sección se aborda el impacto que tienen las diversas actividades humanas en la biodiversidad. Muchas de estas actividades influyen negativamente de forma directa e indirecta y a distintas escalas, en la distribución, abundancia y diversidad de individuos, especies, comunidades y ecosistemas.

En primera instancia, se definen y enuncian diversos factores de presión a la biodiversidad, los cuales incluyen: la pérdida de la cobertura vegetal, la introducción de especies invasoras, la construcción de carreteras, los incendios forestales, la sobreexplotación y el aprovechamiento ilegal de los recursos naturales, así como el cambio climático.

Posteriormente, se presentan de forma más detallada algunos fenómenos que resultan cruciales para entender los factores de presión a la biodiversidad, tales como el cambio en la cubierta forestal, el cual está estrechamente vinculado con el cambio en el uso del suelo y el aumento de la población humana.

Se presenta una proyección de los principales efectos del cambio climático en el estado, un diagnóstico sobre vulnerabilidad, así como elementos de atención prioritaria y medidas de acción inmediata ante este fenómeno de escala global.

Asimismo, se incluye información sobre lo que se considera como la privatización de la gestión del territorio, el cual implica privilegiar el desarrollo de megaproyectos (infraestructuras carreteras y habitacionales, minería, termoeléctricas), sin considerar la opinión de los habitantes de los entornos afectados y mucho menos los derechos de la naturaleza, ya que se generan residuos tóxicos, fragmentación del entorno y muchos otros factores que impactan en la salud de los ecosistemas.

En particular se analiza la correlación entre desarrollo de infraestructura carretera y el aumento en la incidencia

de atropellamientos de distintas especies de animales (mamíferos, reptiles, anfibios y aves).

Se incluye información importante sobre las tasas de deforestación en diversos tipos de vegetación de la subcuenca del río Apatlaco. La deforestación no sólo implica la pérdida de diversas especies de plantas, sino que involucra la modificación en la dinámica ecosistémica y de ciclos biogeoquímicos, ya que altera la permeabilidad del suelo, la composición de nutrientes y la disponibilidad de agua para los ecosistemas.

Además, se abordan de manera detallada algunos de los factores de presión, tales como el comercio ilegal de flora y fauna, y se proporcionan datos de extracción ilegal de más de 120 especies, con las aves, como el grupo biológico más afectado con cerca de 50% de los aseguramientos.

La perturbación de algunos espacios constituye una amenaza a la biodiversidad, sobre todo para especies de distribución restringida o muy sensibles a las actividades humanas. Tal es el caso del murciélago magueyero (*Leptonycteris nivalis*), el cual habita en cuevas del Corredor Biológico Chichinautzin, y que desempeña un papel fundamental en la polinización y dispersión de diversas especies de agaves. Por lo que, se proporcionan algunas alternativas para proteger a esta especie y a los espacios en que se refugia.

Pero, no todos los factores de presión a la biodiversidad provienen de acciones humanas deliberadas, también la pérdida de los conocimientos tradicionales sobre el manejo de especies vegetales puede afectar negativamente a la biodiversidad. Este es el caso de varias especies de árboles que se usan con propósitos medicinales en el sur del estado, las cuales han visto mermadas sus poblaciones fundamentalmente por el cambio en los patrones culturales de aprovechamiento.

Blancas, J., X. López-Medellín y V.H. Flores Armillas. 2020. Resumen ejecutivo. Factores de presión. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 125-126.

La introducción de flora y fauna exótica es una de las amenazas más importantes a la biodiversidad. Se aborda el caso de más de 70 especies invasoras de peces que provienen de las distintas granjas piscícolas que se encuentran distribuidas a lo largo y ancho del estado, lo que constituye una amenaza a los recursos dulceacuícolas.

Por otra parte, se presenta el caso del perico monje (*Myiopsitta monachus*), especie nativa de Sudamérica que posee gran capacidad de adaptación, elevado número de crías, y que puede desplazar y competir con otras especies de aves nativas.

Finalmente, se presentan algunas conclusiones, las cuales urgen a tomar diversas acciones a distintos niveles de responsabilidad y distintas escalas, para aminorar y disminuir, en la medida de lo posible, estos factores de presión.

En particular se establece que se requiere buscar formas sostenibles de aprovechamiento, mejores estrategias de conservación y restauración, así como un ordenamiento de las actividades humanas, que hagan compatible la satisfacción de las necesidades de la población con la protección de la biodiversidad.

Factores de presión a la biodiversidad

José Antonio Guerrero Enríquez

Introducción

A nivel global, los seres humanos somos el factor que más influye en la biodiversidad. Actualmente, la fuerza principal que impulsa la transformación, la degradación y la desaparición global de los ecosistemas es el crecimiento de la población humana, junto con el aumento del consumo de recursos (Ramos-Quintana *et al.* 2016).

Los costos asociados con la actual crisis de biodiversidad son enormes, y podrían llevar al colapso de la civilización humana (Singh 2002). Es por ello que, existe una necesidad urgente de educar a la población en aspectos de biología de la conservación, con el fin de que esté en una mejor posición para proteger sus recursos naturales.

El propósito de esta contribución es explicar, los principales factores de presión a la biodiversidad, como son la pérdida de la cobertura vegetal, la introducción

de especies invasoras, la construcción de carreteras, los incendios forestales, la sobreexplotación, el aprovechamiento ilegal de los recursos naturales y el cambio climático (McKee *et al.* 2003, Ejeta y Bekele 2017). Así como aportar datos estatales de cada uno de estos factores, como un primer paso para construir estrategias de acción para proteger a la biodiversidad de Morelos.

Pérdida de cobertura vegetal

Principalmente, la pérdida de la cobertura vegetal se genera por el cambio de uso del suelo derivado de la expansión de campos de cultivo y de la urbanización. Los ecosistemas de Morelos se han transformado y sufrido una significativa degradación, resultado tanto del crecimiento demográfico, como del desarrollo poco acorde con principios de sustentabilidad (figura 1).



Figura 1. Desarrollos habitacionales en el municipio de Emiliano Zapata. Foto: Banco de imágenes del Sistema estatal de información ambiental.

Guerrero, J.A. 2020. Factores de presión a la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 127-132.

De acuerdo con el anuario estadístico y geográfico de Morelos en 2015, la entidad contaba con 35 164.8 ha de vegetación natural (22.5 ha de pastizales naturales, 30 811.5 ha de bosques, 4 084 ha de selvas y 246.8 ha de matorral xerófilo), lo que representa tan sólo 7.19% de las 489 272.6 ha del territorio estatal (INEGI 2015).

Introducción de especies invasoras

La segunda causa más importante de la pérdida de biodiversidad a nivel global es el impacto de las especies invasoras (Leung *et al.* 2002). Estas especies afectan a la flora y la fauna nativas a través de diversos mecanismos de interacción ecológica, como son la competencia, la depredación, la transmisión de enfermedades, la modificación del hábitat y la alteración de la estructura trófica (Simberloff *et al.* 2013).

En el territorio estatal se registran 214 especies invasoras de vertebrados (Guerrero *et al.* 2015). En cuanto a las plantas, destaca el grupo de los pastos (gramíneas) con un aporte importante de éstas. De las 216 especies de gramíneas reportadas por Bonilla-Barbosa y Villaseñor (2003) para Morelos, 25% son introducidas (Cerros-Tlatilpa 2016).

Un caso notable es el descubrimiento en el estado de la gramínea *Themeda quadrivalvis* (figura 2), una maleza invasora nociva incluida en la NOM-043-FITO-1999 como especie cuarentenaria que requiere acciones de erradicación en el caso de ser encontrada en localidades del país (Sánchez-Ken *et al.* 2013).

Construcción de carreteras

La construcción de infraestructura carretera y de caminos afecta gravemente la vida silvestre porque genera la pérdida y degradación de los ecosistemas, así como la fragmentación y la pérdida de conectividad natural (Forman y Sperling 2003). De manera directa, la circulación vehicular por las carreteras provoca la muerte de animales por atropellamientos (González-Gallina *et al.* 2013).

La apertura de caminos tiene además un efecto negativo sobre los ecosistemas y la biodiversidad al facilitar la colonización y el desarrollo de nuevos centros de población o explotación de recursos naturales (Antrop 2004).

También se tiene documentado el papel de los vehículos como vectores en la introducción y dispersión de especies exóticas (Ansong y Pickering 2013). Incluso para



Figura 2. Pasto *Themeda quadrivalvis*. Foto: Rosa Cerros-Tlatilpa

caminos rurales y brechas por los que circulan vehículos todo terreno, se tiene información sobre la alteración de la composición florística de diferentes ecosistemas (Mortensen *et al.* 2009).

En Morelos, la infraestructura carretera (que incluye caminos pavimentados, rurales y brechas) creció 1 000 km entre los años 2000 y 2014, con lo que pasó de alrededor de 2 mil a 3 mil kilómetros en dicho período (Guerrero *et al.* 2015).

Incendios forestales

Los incendios forestales son un factor de presión para la biodiversidad porque provocan la pérdida de la cobertura vegetal (figura 3). Aunque dichos fenómenos ocurren de manera natural y constituyen un factor importante para la dinámica de muchos ecosistemas forestales del mundo (Bergeron *et al.* 2002, Noss *et al.* 2006), en la actualidad y debido en gran parte a las actividades humanas, sus patrones naturales de ocurrencia han cambiado.

Los efectos del fuego sobre los ecosistemas son diversos y dependen de su intensidad y frecuencia. Su mayor efecto es la eliminación de la biomasa vegetal, que resulta en el retraso o interrupción de la regeneración natural,

además de que propician la invasión de plagas y enfermedades forestales (DeBano *et al.* 1998).

En el caso de la fauna, existen algunas especies con baja capacidad de movimiento que mueren a consecuencia de los incendios. Lo anterior puede provocar la reducción de sus poblaciones e incluso su extinción local (Russell *et al.* 2009).

En el periodo comprendido entre 1991 y 2016 se registró en la entidad un promedio anual de 223 incendios forestales, con una superficie afectada promedio de 821 ha/año (figura 4). Los años 1998, 2011 y 2013 fueron particularmente dañinos en materia de incendios forestales, ya que en dichos años se destruyeron más de 9 mil hectáreas de vegetación.

Sobreexplotación y aprovechamiento ilegal de recursos naturales

La sobreexplotación de los recursos naturales es el resultado de la explosión demográfica, la cual genera una gran demanda de productos derivados de la vida silvestre para satisfacer necesidades humanas, y es una amenaza a la biodiversidad porque el uso desmedido de la flora y la fauna ocasiona la disminución de sus poblaciones.



Figura 3. Afectación a la cobertura vegetal causada por incendio forestal sobre los bosques de Cuernavaca. Foto: Banco de imágenes del Sistema estatal de información ambiental.

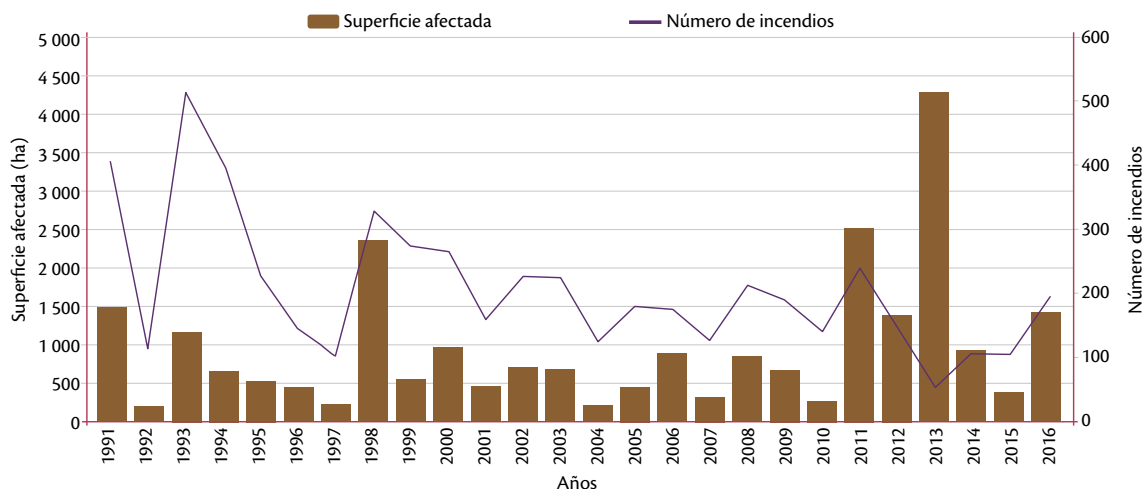


Figura 4. Número de incendios forestales y superficie afectada en el periodo comprendido entre 1991 y 2016. La línea indica el número de incendios; las columnas indican la superficie afectada. Fuente: SEMARNAT 2017.

A nivel mundial, aproximadamente 1 130 especies de mamíferos y 1 183 especies de aves están incluidas en alguna categoría de amenaza por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) debido a su sobreexplotación (Rosser y Mainka 2002).

El aprovechamiento ilegal de especímenes de la vida silvestre es también una de las actividades que amenazan a la biodiversidad. Esta práctica incluye la cacería furtiva, la captura, la colecta, el transporte y el comercio no autorizado de ejemplares.

Por los ingresos que genera, se considera como la cuarta actividad ilícita más importante a nivel internacional, después del tráfico de drogas, el tráfico de personas y la piratería (WWF y Dalberg 2012).

En Morelos se desconoce el volumen total de ejemplares de vida silvestre que se aprovechan ilegalmente al año o que se extraen de sus hábitats naturales para diversos fines. Una aproximación a este factor de presión a la biodiversidad es la información de los operativos realizados por la Procuraduría de Protección al Ambiente (PROFEPA) de 2009 a 2015 en la entidad, en los cuales se aseguraron precautoriamente 15 829 ejemplares vivos, y 430 productos y subproductos de flora y fauna silvestre (Cuadro 1, figura 5).

Cambio climático

El cambio climático se considera como uno de los principales factores de presión para la conservación de los ecosistemas y sus especies en el mundo (Dawson

et al. 2011). Se prevé que sus efectos provocarán cambios en la distribución de muchas especies de plantas y animales, a una tasa que en muchos casos superará su capacidad de adaptación, lo que las llevará irremediablemente a su extinción (Gitay et al. 2002, Glick et al. 2011).

En el estado se tienen documentados dos casos de los posibles efectos del cambio climático sobre especies que habitan dentro de sus límites. Anderson y colaboradores (2009) modelaron la viabilidad poblacional y la distribución del conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) en un escenario de cambio climático en el marco temporal del 2100. Encontraron que el límite inferior del rango de distribución altitudinal se desplazaría hacia arriba aproximadamente 700 m. Tal efecto reduciría en gran medida el área del hábitat disponible para las poblaciones de esta especie endémica del país.

Cuadro 1. Número de inspecciones, especímenes y productos y subproductos asegurados en operativos de la PROFEPA en Morelos en el periodo 2009-2015.

Año	Inspecciones	Especímenes asegurados	Productos y subproductos
2009	69	905	1
2010	39	48	33
2011	44	5 744	2
2012	45	441	92
2013	127	1 928	46
2014	96	4 452	212
2015	74	2 311	44

Fuente: SEMARNAT 2017.



Figura 5. Especímenes de flora y fauna decomisados por la PROFEPA durante distintos operativos contra el tráfico ilegal. Fotos: PROFEPA.

Por su parte, Pérez-Gil *et al.* (2013) realizaron un análisis de la vulnerabilidad de 73 especies (12 anfibios, 24 reptiles, 14 aves, 11 mamíferos y 12 plantas), representantes de la biodiversidad de Morelos frente a escenarios de cambio climático para 2050 y 2080. Sus resultados indicaron que 30% de las especies analizadas se encontraría en un estatus de alta vulnerabilidad, mientras que tan sólo 15% se consideraría en la categoría de baja vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático. Estos datos, aunque modestos en cuanto al número de especies estudiadas, sugieren la necesidad de iniciar acciones que protejan a la biodiversidad estatal ante los efectos del cambio climático.

Referencias

- Anderson, B.J., H.R. Akcakaya, M.B. Araújo *et al.* 2009. Dynamics of range margins for metapopulations under climate change. *Proceedings of The Royal Society B* 276:1415-1420.
- Ansong, M. y C. Pickering. 2013. Are weeds hitchhiking a ride on your car? A systematic review of seed dispersal on cars. *PLOs ONE* 8:e80275.
- Antrop, M. 2004. Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape and Urban Planning* 67:9-26
- Bergeron, Y., A. Leduc, B.D. Harvey *et al.* 2002. Natural fire regime: a guide for sustainable management of the Canadian boreal forest. *Silva Fennica* 36:81-95.
- Bonilla-Barbosa, J.R. y J.L. Villaseñor. 2003. *Catálogo de la flora del estado de Morelos*. Centro de Investigaciones Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Cerros-Tlatilpa, R. 2016. Profesora Investigadora de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM. Comunicación personal, diciembre.
- Dawson, T.P., T.J. Stephen, J.I. House *et al.* 2011. Beyond predictions: Biodiversity conservation in a changing climate. *Science* 332:53-58.
- DeBano, L.F., D.G. Neary y P.F. Ffolliott. 1998. *Fire's effects on ecosystems*. John Wiley and Sons, Nueva York.
- Ejeta, A.G. y G. Bekele. 2017. Threats to biodiversity and the role of conservation biology for future sustainability: a review. *International Journal of Research-Granthaalayah* 5:238-242.
- Forman, T.T. y D. Sperling. 2003. *Road ecology. Science and solutions*. Island Press, Washington.
- Gitay, H., A. Suárez, R.T. Watson y D.J. Dokken. 2002. *Climate change and biodiversity: IPCC technical paper v. IPCC*, Ginebra.
- Glick, P., B. Stein y N. Edelson. 2011. *Scanning the conservation horizon: a guide to climate change vulnerability assessment*. National Wildlife Federation, Washington.

- González-Gallina, A., G. Benítez-Badillo, O.R. Rojas-Soto *et al.* 2013. The small, the forgotten and the dead: highway impact on vertebrates and its implications for mitigation strategies. *Biodiversity and Conservation* 22:325-342.
- Guerrero, J.A., A. Rizo-Aguilar, R. Cerros-Tlatilpa y E. Urzua-Vázquez. 2015. Indicadores de biodiversidad en el estado de Morelos: situación actual. En: *Los indicadores ambientales como herramienta para la sustentabilidad: estudio de caso en Morelos*. L. Ortiz-Hernández, E. Sánchez-Salinas, M.L. Castrejón-Godínez y M. Romero-Aguilar (comps.). UAEM/CONACYT, México, pp. 55-90.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. *Anuario estadístico y geográfico de Morelos 2015*. INEGI/GEM, Aguascalientes.
- Leung, B., D.M. Lodge, D. Finnoff *et al.* 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proceedings of The Royal Society of London B* 269:2407-2413.
- McKee, J.K., P.W. Sciulli, C.D. Fooce *et al.* 2003. Forecasting global biodiversity threats associated with human population growth. *Biological Conservation* 115:161-164.
- Mortensen, D.A., E.S.J. Rauschert, A.N. Nord y B.P. Jones. 2009. Forest roads facilitate the spread of invasive plants. Review. *Invasive Plant Science and Management* 2:191-199.
- Noss, R.F., J.F. Franklin, W.L. Baker *et al.* 2006. Managing fire-prone forest in the western United States. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4:481-487.
- Pérez-Gil, R., V.H. Flores-Armillas, A. Guevara-Martínez *et al.* 2013. Análisis de vulnerabilidad de la biodiversidad frente al cambio climático en el Estado de Morelos. En: *Cambio Climático. Vulnerabilidad de sectores clave en el estado de Morelos*. M.L. Ortiz-Hernández y E. Sánchez-Salinas (comps.). UAEM, México, pp. 101-153.
- Ramos-Quintana, F., J.A. Guerrero, E. Urzua-Vázquez *et al.* 2016. A novel approach for assessing factors affecting biodiversity based on networks analysis. *Ecological Indicators* 70:460-465.
- Rosser, A.M. y S.A. Mainka. 2002. Overexploitation and species extinction. *Conservation Biology* 16:584-586.
- Russell, R.E., J.A. Royle, V.A. Saab *et al.* 2009. Modeling the effects of environmental disturbance on wildlife communities: avian responses to prescribed fire. *Ecological Applications* 19:1253-1263.
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 2000. *Norma Oficial Mexicana NOM-043-FITO-1999*. Publicada el 1 de marzo de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- Sánchez-Ken, J.G., R. Cerros-Tlatilpa y H. Vibrans. 2013. *Themeda quadrivalvis* (Sacchareae, Panicoideae, Poaceae), una maleza reglamentada presente y establecida en el centro de México. *Botanical Sciences* 91:531-536.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2017. *Sistema nacional de información ambiental y recursos naturales*. En: <<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-informacion-ambiental-y-de-recursos-naturales>>, última consulta: 13 de julio de 2018.
- Simerloff, D., J.L. Martin, P. Genovesi *et al.* 2013. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology and Evolution* 28:58-66.
- Singh, J.S. 2002. The biodiversity crisis: a multifaceted review. *Current Science* 82:638-647.
- wwf y Dalberg. World Wide Fund for Nature y Dalberg Asesores en Desarrollo Global. 2012. *La lucha contra el tráfico ilícito de vida silvestre: Una consulta con los gobiernos*. wwf Internacional, Suiza.

Análisis del cambio de cobertura vegetal y su efecto en la biodiversidad

Ofelia Sotelo Caro y Josué Chichia González

Introducción

En las últimas décadas el cambio del uso del suelo se convirtió en uno de los factores implicados en el cambio climático global, al alterar procesos biogeoquímicos y ciclos de vida de la flora y fauna que han derivado en la pérdida de la diversidad biológica (Challenger *et al.* 2009). Esto se vuelve trascendental si se considera que es a través de estos cambios que se materializa la relación entre el ser humano y el medio ambiente.

Los ecosistemas terrestres han tenido grandes transformaciones, la mayoría debido a la conversión de la cobertura forestal natural del territorio y a la degradación e intensificación del uso del suelo (Bonfilio *et al.* 2008). Usualmente, estos procesos se engloban en lo que se conoce como deforestación o degradación forestal, que además se asocian a impactos ecológicos importantes en casi todas las escalas.

La mayoría de estas transformaciones se relacionan de forma directa e indirecta con el cambio en el uso del suelo, lo cual se considera como una de las principales amenazas para la biodiversidad. Lo anterior como consecuencia del aumento exponencial de la población humana, y por ende el incremento en la necesidad de recursos naturales (suelo, agua, flora, fauna), más los efectos colaterales como la fragmentación o la emisión de contaminantes que afectan directamente la biodiversidad en todos sus niveles (Badii *et al.* 2015).

Estimar y monitorear la magnitud, dinámicas y causalidades de la deforestación son las metas primarias para la conservación de los ecosistemas terrestres (Goetz *et al.* 2009). En este sentido, la deforestación es un fenómeno dinámico, ya que puede acelerarse, detenerse o revertirse de acuerdo con el periodo analizado (Ernst *et al.* 2013), y su monitoreo sirve para medir el

grado de amenaza que enfrenta un ecosistema terrestre (Miles *et al.* 2006).

La determinación de la tasa de cambio de uso del suelo permite medir las condiciones en las que se encuentran los recursos naturales, al igual que dar cuenta de las tendencias de degradación y recuperación de éstos. Así, las tasas de deforestación se emplean para estimar la dinámica de la extinción de los hábitats o de las cubiertas vegetales naturales, aunque dan resultados poco certeros en algunas ocasiones, como lo puede demostrar la deuda de extinción, lo cual implica un retraso temporal en las extinciones, pero no un menor número de ellas (He y Hubbell 2011).

Actualmente, el cambio de uso del suelo causado por las actividades antrópicas origina cada año la pérdida de grandes superficies forestales. Dichas pérdidas incluyen la merma de biomasa vegetal en sus diferentes formas de vida (árboles, arbustos, herbáceas, epifitas, trepadoras, suculentas, palmeras entre otras.), y ponen en peligro a la biodiversidad, los refugios de la fauna silvestre y los servicios ecosistémicos del bosque (Ríos *et al.* 2012).

Para conocer la dinámica de la cobertura vegetal y los usos de suelo en Morelos, en el presente capítulo se analizó un periodo de 12 años (2004-2016), con imágenes satelitales Landsat 7. Para ello, se realizó una imagen compuesta con las bandas 3 (0.63–0.69 micras), 2(0.53–0.61) y 1(0.45–0.52) con la finalidad de resaltar la porción visible del espectro electromagnético mediante el uso del software QGIS 2.14.0 Essen, en su módulo scp (*Semi-Automatic Classification Plugin*).

Mediante el método de clasificación supervisada, se obtuvieron las coberturas de los usos del suelo y vegetación correspondientes a 2004 y 2016 (figuras 1 y 2). Posteriormente, se realizó una matriz de transición con la finalidad de calcular las áreas y los tipos de uso del suelo y

Sotelo-Caro, O. y J. Chichia-González. 2020. Análisis del cambio de cobertura vegetal y su efecto en la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 133-144.

vegetación que presentaron cambios durante el periodo analizado, asimismo se calculó la tasa de deforestación.

Deforestación

Morelos es un mosaico de coberturas vegetales modificadas a lo largo del tiempo. Las causas de éstas corresponden a diversos orígenes, como: el cambio en el uso del suelo, los incendios y la tala selectiva. Dichos cambios han tenido efectos sobre los ecosistemas y su diversidad biológica.

La estimación nacional de la deforestación que reporta la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en el periodo entre 1990 y 2000 para México, indica una pérdida de 354 mil ha/año, esta cifra se redujo a 235 mil para el periodo de 2000-2005. Sin embargo, para el periodo de 2005-2010 se reporta una reducción significativa de 155 mil ha/año (FAO 2010).

Lo anterior es ejemplo de que la deforestación es constante en el país y la entidad. Esto se debe a que comúnmente, el ritmo de la deforestación aumenta ante la presencia de incentivos para el desarrollo de actividades antropogénicas, tales como la apertura de nuevos asentamientos humanos o colonias, actividades agrícolas o pecuarias (Paruelo *et al.* 2005, Cayuela 2006, López 2012).

Las mayores tasas de deforestación de Morelos corresponden al periodo 1973–1989, con una pérdida de 1.4% anual. Esto es, en 16 años se perdieron 6 845.44 ha, lo que representa una pérdida equivalente un poco más a la superficie del municipio de Jiutepec, lo cual se debió a la entrega de apoyos para la actividad agrícola y ganadera (Trejo y Dirzo 2000). Esta tasa de deforestación se encuentra entre las más altas estimadas para los ecosistemas tropicales de México (Trejo y Dirzo 2000).

Existen datos más recientes de deforestación en la entidad, como la información de Sotelo-Caro *et al.* (2015), quienes determinaron que en el periodo 2002-2012 en la subcuenca del río Apatlaco (figura 3) la velocidad de deforestación disminuyó en los diferentes tipos de bosques.

En la zona alta de la subcuenca, la vegetación de coníferas y encinares se encuentra bajo un estatus de protección por la declaratoria de Corredor Biológico Chichinautzin, y actualmente bajo la denominación bosque de agua, es una zona donde la pérdida de vegetación ha disminuido, más no erradicado.

En dicha zona aún hay fragmentos muy grandes de bosque de encino y de pino-encino (se estima que entre 1 052 y 2 266 ha, respectivamente), y se observa una recuperación, sobre todo para las zonas de transición en los bosques de pino-encino. En la zona baja de la subcuenca, donde se distribuye la selva baja caducifolia, se observa que la deforestación ha declinado, sin recuperación.

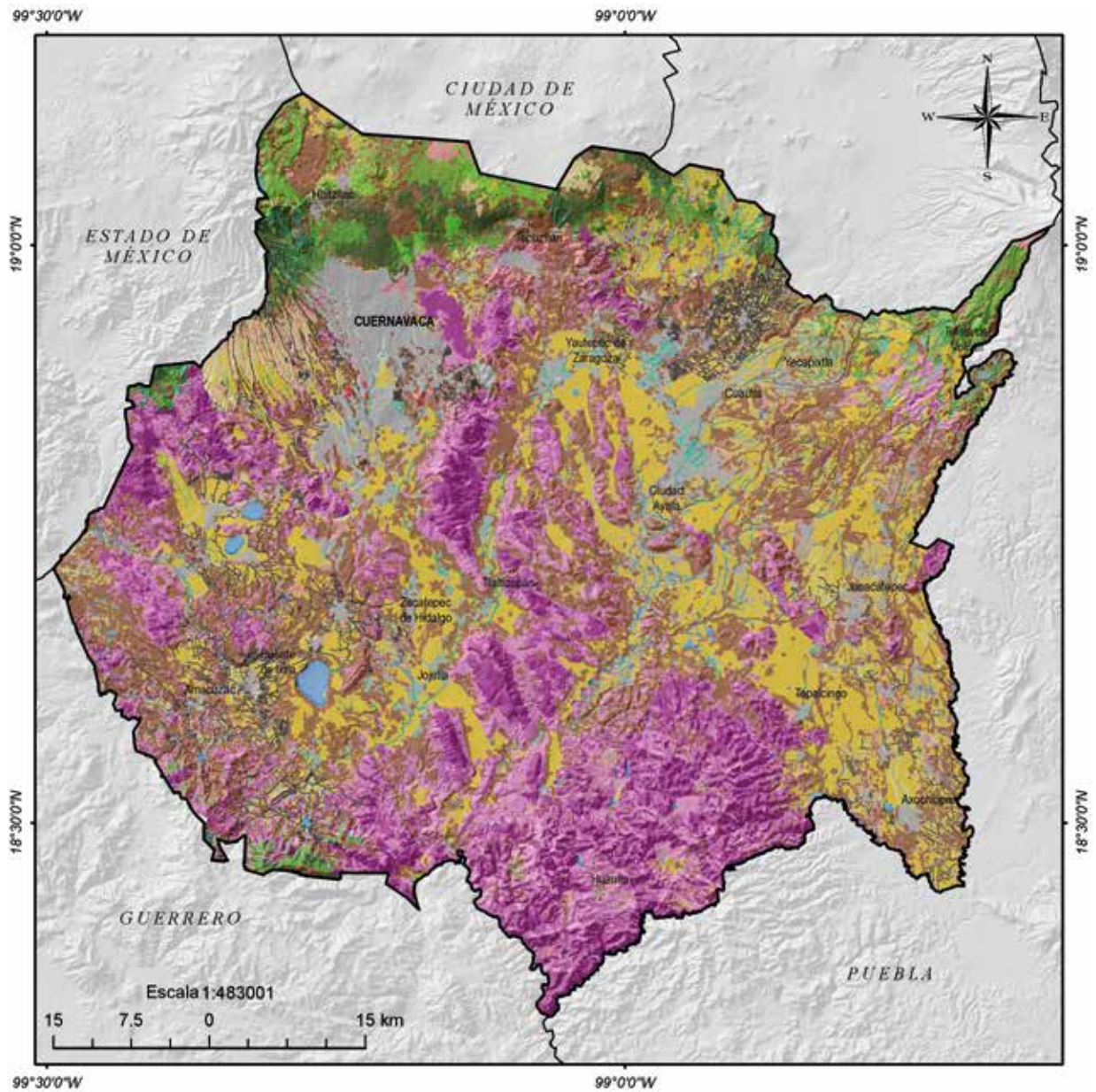
Este tipo de bosque que llegó a cubrir 70% de la subcuenca (59 718.4 ha), pero para 2015 cubría sólo 13% (11 090.56 ha), equivalente a la mitad de la superficie del municipio de Zacatepec. Lo anterior se debe a que en la subcuenca en cuestión es donde se asienta la zona metropolitana de Cuernavaca, que es la más importante de Morelos y aloja la mayor población del estado (Sotelo-Caro *et al.* 2015).

Las causas de la deforestación en Morelos son diversas, entre las principales se encuentra el cambio en el uso del suelo ocasionado por la lotificación para establecer asentamientos irregulares (Batllori-Guerrero 2001, González y Rivera 2015, Sámano y Rodríguez 2015).

Con la finalidad de revisar la deforestación en la entidad, se analizó la dinámica de la cobertura vegetal y los usos de suelo en Morelos, para el periodo comprendido entre 2004 a 2016 (figuras 2 y 3). Para ello, se recurrió a sistemas de información geográfica, donde se utilizaron las coberturas de usos de suelo y vegetación 2004 y 2016 realizadas por Sorani (2015). Posteriormente, se elaboró una matriz de transición con la finalidad de calcular las áreas y los tipos de uso del suelo y vegetación que presentaron cambios durante el periodo de tiempo establecido, para finalmente determinar la tasa de deforestación.

En el proceso de deforestación, la inducción de incendios provocados para el desarrollo de actividades como el pastoreo de ganado es una de las primeras acciones que se toman, aunque también tienen un efecto notorio la sobre el uso de recursos maderables y no maderables (Cantú 2002, FAO 2009, CONAFOR 2010).

Los resultados obtenidos en el análisis del cambio de cobertura vegetal de 2004 a 2016 (cuadro 1) indican que el bosque de galería es el más afectado proporcionalmente con una tasa de cambio de 3.68%, lo que equivale a 9 096 ha. La afectación de este bosque, entre otras causas, se debe probablemente a la invasión de los asentamientos humanos y el retorno de los cuerpos de agua a sus máximos históricos que pudiera haber ocasionado el arrastre de la vegetación (García 2007).



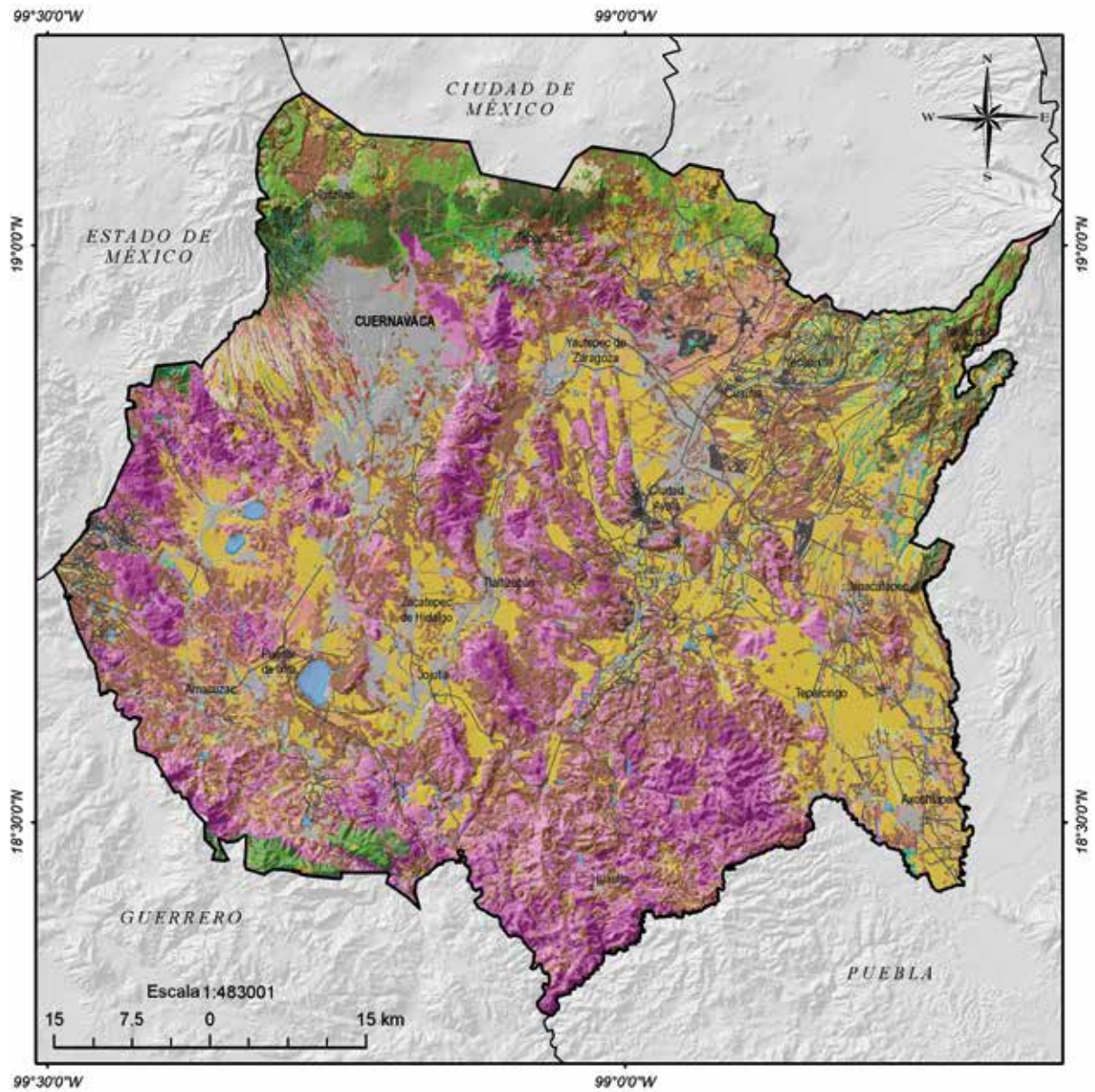
SIMBOLOGÍA

- Límites administrativos**
- Morelos
 - Límites estatales

Uso del suelo y vegetación 2004

- | | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Agrícola Asentamientos humanos Banco de material Bosque de coníferas Bosque de coníferas perturbado Bosque de encino Bosque de encino perturbado | <ul style="list-style-type: none"> Bosque de galería Bosque de galería perturbado Bosque de pino - encino Bosque mesófilo Bosque tropical caducifolio Bosque tropical caducifolio perturbado Cuerpos de agua | <ul style="list-style-type: none"> Matorral xerófilo Pastizal inducido Pastizal natural Sin vegetación aparente Vegetación introducida Via terrestre |
|---|--|---|

Figura 1. Distribución de la cobertura del suelo en Morelos para 2004. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2014.



SIMBOLOGÍA

Límites administrativos

- Morelos
- Límites estatales

Uso del suelo y vegetación 2016

- | | | |
|--------------------------------|--|-------------------------|
| Agrícola | Bosque de galería | Matorral xerófilo |
| Banco de material | Bosque de galería perturbado | Pastizal inducido |
| Bosque de coníferas | Bosque de pino - encino | Pastizal natural |
| Bosque de coníferas perturbado | Bosque mesófilo | Sin vegetación aparente |
| Bosque de encino | Bosque tropical caducifolio | Vegetación introducida |
| Bosque de encino perturbado | Bosque tropical caducifolio perturbado | Vía terrestre |
| | Cuerpos de agua | |

Figura 2. Distribución de los usos del suelo y vegetación en Morelos para 2016. Fuente: Contreras-MacBeath *et al.* 2006a.

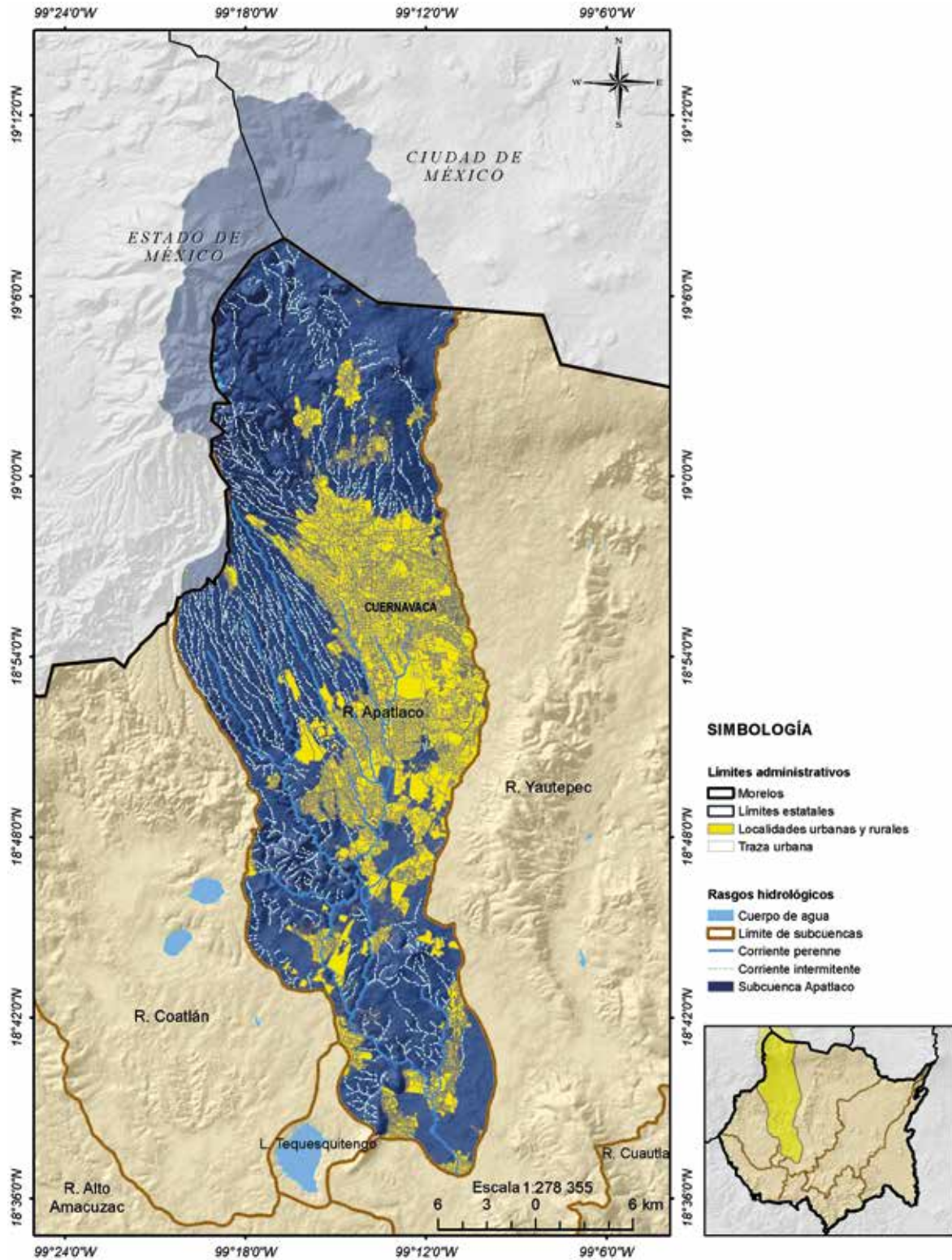


Figura 3. Subcuenca del río Apatlaco donde se aprecia la extensión del área urbana de Cuernavaca, que conforma la mayor zona conurbada del estado. Fuente: elaborado por Josué Chichia-González con datos de Contreras-MacBeath *et al.* 2006a, Sorani 2015.

Otro de los tipos de vegetación en esta situación es el bosque de encino perturbado, el cual presenta una tasa de cambio de 2.70%. La mayoría del bosque de encino se ubica en las zonas sur y media del Corredor Biológico Chichinautzin, y presenta perturbación por la apertura de áreas destinadas a actividades agrícolas y por incendios provocados (Lucio-Cuevas 2006).

En el caso de la selva baja caducifolia, éste tuvo como principal amenaza a la expansión de los asentamientos humanos (Sotelo-Caro *et al.* 2015) y registró una tasa de cambio de 1.72% equivalente a la pérdida de 17 075 ha para el periodo analizado. Por su parte, el matorral xerófilo que se distribuye en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca y Tepoztlán, mostro una tasa de cambio de 1.35%.

Incendios

Los incendios forestales ocurren cuando el fuego se extiende de manera descontrolada y afecta los bosques, las selvas, o la vegetación de zonas áridas y semiáridas.

Desde el punto de vista de la susceptibilidad a este tipo de siniestro, los ecosistemas se clasifican en tres categorías: sensibles, dependientes o independientes del fuego (Díaz-Nájera 2013).

Los ecosistemas sensibles son los que no requieren al fuego como un proceso importante, y no es recurrente. Entre éstos se encuentran los bosques tropicales caducifolios, los bosques de oyamel y en menor medida los bosques de encino (Myers 2006).

Respecto a los ecosistemas dependientes del fuego, son aquellos donde el fuego es esencial y las especies han desarrollado adaptaciones como corteza gruesa, conos cerotinos y crecimiento inicial cespitoso (denso). Destacan los bosques de pino-oyamel y pino (Frangi *et al.* 2005).

Por otra parte, con base en la información registrada la por Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el Centro Estatal de Emergencias y Contingencias Ambientales (CEECA), se estableció que, del periodo analizado, 2013 fue el que mayor superficie afectada por incendios (4 286.88 ha; CONAFOR 2017). Sin embargo, la mayoría de

Cuadro 1. Cobertura del suelo de Morelos; para cada categoría, se muestra el área ocupada en 2004 y en 2016, junto con el cambio neto y la tasa de cambio en el periodo analizado.

Cobertura del suelo	2004		2016		Cambio neto (ha)	Tasa de cambio (%)
	Superficie (ha)	Superficie (%)	Superficie (ha)	Superficie (%)		
Agrícola	154 132.02	31.52	165 369.51	33.82	11 237.49	0.63
Asentamientos humanos	42 886.80	8.77	48 184.95	9.85	5 298.15	1.09
Banco de material	474.64	0.10	639.90	0.13	165.27	3.50
Bosque de coníferas	10 052.50	2.06	10 687.38	2.19	634.88	0.54
Bosque de coníferas perturbado	4 399.24	0.90	4 128.59	0.84	-270.65	-0.50
Bosque de encino	6 339.88	1.30	8 052.25	1.65	1 712.37	2.59
Bosque de encino perturbado	6 447.91	1.32	4 014.64	0.82	-2 433.27	-2.70
Bosque de galería	16 736.99	3.42	7 640.67	1.56	-9 096.32	-3.68
Bosque de galería perturbado	3 762.46	0.77	3 992.01	0.82	229.55	0.52
Bosque de pino-encino	9 520.87	1.95	12 851.14	2.63	3 330.28	3.52
Bosque mesófilo	512.32	0.10	457.32	0.09	-54.99	-0.85
Selva baja caducifolia	74 963.81	15.33	57 888.65	11.84	-17 075.16	-1.72
Selva baja caducifolia perturbada	68 041.72	13.92	65 443.51	13.38	-2 598.21	-0.31
Cuerpos de agua	2 696.29	0.55	3 330.63	0.68	634.34	2.21
Matorral xerófilo	538.69	0.11	444.30	0.09	-94.38	-1.35
Pastizal inducido	78 417.57	16.04	84 663.86	17.32	6 246.29	0.69
Pastizal natural	3 019.05	0.62	3 211.80	0.66	192.75	0.55
Sin vegetación aparente	3 835.32	0.78	5 143.30	1.05	1 307.98	3.42
Vegetación introducida	772.21	0.16	550.14	0.11	-222.07	-2.13
Vías terrestres	1 409.93	0.29	2 265.62	0.46	855.69	7.49
Total	488 960.19	100.00	488 960.19	100.00		

Fuente: elaboración propia con datos de Sotelo-Caro *et al.* 2015.

estos daños no afectaron el dosel arbóreo, sino que consumieron estratos herbáceos y arbustivos por lo que la diversidad florística y el hábitat para las especies de fauna se vieron amenazadas (CONAFOR 2017).

Los municipios con mayor incidencia y superficie afectada por los incendios en el periodo 2004-2016 fueron: Tepoztlán, Huitzilac, Tlanepantla y Tlayacapan. En el caso de Tepoztlán se identificaron dos principales causas: el turismo y las actividades agrícolas (Ruiz *et al.* 2016). Esta última, al igual que en muchos lugares del país en la preparación de las tierras de temporal utiliza el método tradicional de roza-tumba-quema (figura 4). Por la incidencia de ráfagas intensas de viento durante la última etapa de dicho método, el fuego puede salirse de control y ocasionar incendios forestales.

Asimismo, Tepoztlán es uno de los principales atractivos turísticos de la entidad, ya que recibe una gran cantidad de personas para actividades de camping de manera regular o irregular, donde la falta de educación ambiental deriva en la generación de basura, malas prácticas de eliminación de fogatas y la utilización de globos de cantoya para las festividades celebradas en el municipio (Monroy-Ortiz 2011, Velázquez y Balslev 2012).

En el municipio de Huitzilac se identifican como principales causas de incendios las prácticas de pastoreo tradicional y la apertura de nuevos asentamientos humanos (CECIF 2016).

Por su parte en Tlanepantla y Tlayacapan, el origen de los incendios se encuentra en el desmonte para apertura de áreas agrícolas para el establecimiento de nopal verdura, aguacate Hass y durazno, principalmente, los cuales traen consigo plagas y enfermedades como el escarabajo descortezador que afecta a los bosques templados (CECIF 2016). Los datos muestran que en el periodo de 2012 a 2016 las actividades agrícolas afectaron 5 442.16 ha de bosques.

Frontera agrícola

La transformación de terrenos forestales en agropecuarios es una de las principales causas de deforestación en el país (García *et al.* 2012). En Morelos, la actividad agrícola tomó mayor ímpetu de desarrollo después de la reforma agraria, cuando los núcleos ejidales adquirieron las tierras de cultivo y las serranías incluyendo cerros (figura 5). Si a eso se suma que las prácticas agrícolas aún



Figura 4. Vista aérea de incendios en el municipio de Tepoztlán en marzo de 2017. Foto: Josué Chichia González.



Figura 5. Apertura de cultivos de temporal en los cerros de Yautepec. Foto: Ofelia Sotelo.

incluyen la roza, tumba y quema sin los cuidados previos como la elaboración de brechas cortafuego, se tiene como resultado que la actividad agrícola no sea compatible en muchos casos con el cuidado del ambiente (Lara-Ponce *et al.* 2012).

Después de la apertura de nuevas zonas agrícolas donde alguna vez coexistió una gran variedad de especies de flora y fauna nativa, la calidad nutrimental del suelo ha disminuido, y las tierras son blanco de las inmobiliarias o asentamientos irregulares, por lo que son puestas a la venta a precios muy accesibles, para posteriormente transformarse en problemas urbanos y sociales por la falta de planeación urbana (Sotelo-Caro *et al.* 2015).

De acuerdo con los datos de INEGI (2002), 55% de la entidad eran tierras agrícolas, lo que la situó entre los estados con mayor superficie destinada para dicha actividad, pero, para 2015 la superficie ocupada era de 33.82% (SEDAGRO 2016). No obstante, la disminución de las zonas agrícolas no representa un incremento del área forestal, ya sea bosques templados o selva baja caducifolia, puesto que muchas tierras dejan de ser cultivadas y generalmente son vendidas para asentamientos humanos (Sotelo-Caro *et al.* 2015).

Asentamientos irregulares

La urbanización es un proceso territorial y socioeconómico que induce una transformación radical de la cobertura y del uso del suelo (Weber y Puissant 2003). Es en sí, el que más cambios produce en el medio ambiente y en el funcionamiento de los ecosistemas (Batisani y Yarnal 2009). Por tal motivo, se asocia al incremento de los problemas ambientales (López *et al.* 2001). Sin embargo, el crecimiento urbano y los cambios del uso del suelo son procesos que forman parte del desarrollo urbano (Bhatta *et al.* 2010).

El análisis de este crecimiento es fundamental para la elaboración de propuestas de ordenamiento en el territorio morelense. La dinámica de las coberturas vegetales y el uso del suelo en la entidad, en el periodo analizado comprende coberturas de uso del suelo y vegetación correspondientes al periodo de 2004 a 2016, muestra que la tasa de cambio en la zona urbana aumentó 1.09% durante los últimos 12 años, con la afectación de las zonas agrícolas de riego y las zonas de transición de bosque templado y selva baja caducifolia (figura 6).



Figura 6. Incremento de las zonas urbanas en el municipio de Temixco, donde antes hubo selva baja caducifolia. Foto: Ofelia Sotelo.

Conclusiones y recomendaciones

En Morelos la vegetación con mayor superficie es la selva baja caducifolia, siendo 25.22% de la vegetación conservada y en proceso de recuperación a excepción de los Altos de Morelos, donde se asienta el Corredor Biológico Chichinautzin y Cerro Frío en la Sierra de Huautla, predominan los bosques templados (Contreras-MacBeath *et al.* 2006b).

El cambio en el uso del suelo posiciona a la selva baja caducifolia como uno de los tipos de vegetación más amenazados (Janzen 1988). Sin embargo, también la ganadería extensiva y la extracción de madera afectan fuertemente la composición y estructura de éste, pero en mayor medida a los bosques templados, debido a la importancia económica de las maderas de especies pertenecientes a este tipo de ecosistemas (Contreras-MacBeath *et al.* 2006b).

De acuerdo con Maass (1995) los bosques tropicales caducifolios son más fáciles de perturbar que los bosques tropicales húmedos y los bosques templados, porque se talan y se queman con mayor facilidad.

La disminución de la deforestación que ha prevalecido en algunas áreas de Morelos como la subcuenca del río Apatlaco se entiende a razón de:

1. La aplicación de medidas oportunas, como el establecimiento áreas naturales protegidas, de la misma forma en la que se hizo en el caso del Cerro de la Tortuga, que fue decretado parque estatal (Sotelo-Caro *et al.* 2015).
2. El elevado costo de la producción agrícola, que ha derivado en la migración de campesinos fuera del país o su integración a otras actividades (Sotelo-Caro *et al.* 2015).
3. El hecho de que los bosques que permanecen se sitúan en tierras inaccesibles como las zonas de mayor altitud, en los cerros o en las pendientes con mayor inclinación (Sotelo-Caro *et al.* 2015).

Sin embargo, la falta de recuperación de la cubierta vegetal y su permanencia en fragmentos sugiere nuevos problemas, que se pueden englobar como el aislamiento crónico acompañado del impacto de las actividades humanas en ellos.

Es importante monitorear constantemente los cambios en las coberturas vegetales en diferentes escalas (regionales y estatales), para proveer información actualizada, evaluar tendencias y comprender su comportamiento en el transcurso del tiempo (figura 7; Miles *et al.* 2006, Whitehurst *et al.* 2009, Ernst *et al.* 2013).

En la escala regional, el monitoreo permite señalar acciones para corregir las tendencias de cambio negativas, ya que por el contrario en la escala global sólo se percibe a la densidad poblacional como un factor que afecta a la selva baja caducifolia (Miles *et al.* 2006), pero en la escala regional se detecta que el crecimiento urbano es el mecanismo que impide la recuperación de la selva baja caducifolia (Whitehurst *et al.* 2009).

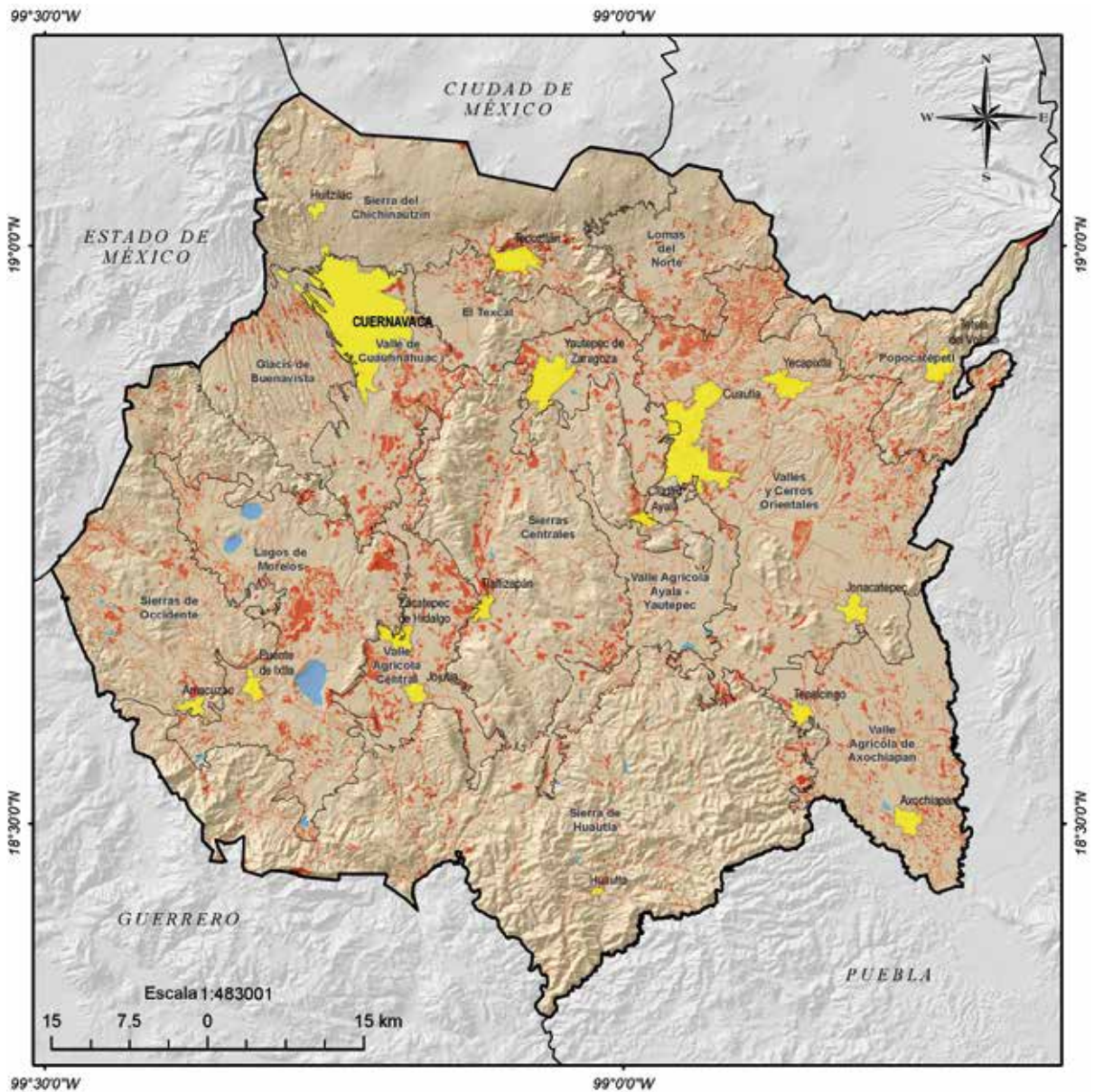
Los recursos naturales son fundamentales para el desarrollo de México y aunque la gente cada vez es más consciente de ello, los bosques no son suficientemente valorados para ser conservados. El aprovechamiento que se hace de ellos tiene que representar una ganancia económica inmediata, de lo contrario suelen verse como terrenos inútiles.

La educación ambiental puede ser una herramienta fundamental para este cambio de visión, donde se le asigne un valor a todos los servicios ecosistémicos que ellos proveen.

Aunado a lo anterior, es importante considerar acciones de protección, conservación y restauración de las áreas adyacentes a los bosques, que permitan el crecimiento de los fragmentos de bosque conservados y se garantice una mayor protección a la biodiversidad.

Referencias

- Badii, M.H., A. Guillen, C.E. Rodríguez *et al.* 2015. Biodiversity loss: causes and factors. *International Journal of Good Conscience* 10:156-174.
- Batisani, N. y B. Yarnal. 2009. Urban expansion in Centre County, Pennsylvania: spatial dynamics and landscape transformations. *Applied Geography* 29:235-249.
- Batllore-Guerrero, A. 2001. Los problemas ambientales del estado de Morelos: la educación como parte de la solución. *Gaceta Ecológica* 61:47-60.
- Bhatta, B., S. Saraswati y D. Bandyopadhyay. 2010. Quantifying the degree-of-freedom, degree-of-sprawl, and degree-of-goodness of urban growth from remote sensing data. *Applied Geography* 30:96-111.
- Bonfilio, N., J. Bosque, N. Gómez y W. Plata. 2008. Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas* 69:33-52.
- Cantú, P.C. 2002. El deterioro ambiental y el futuro de la humanidad. *Ingenierías* 5(14):30-35.
- Cayuela, L. 2006. Deforestación y fragmentación de bosques tropicales montanos en los Altos de Chiapas, México. Efectos sobre la diversidad de árboles. *Ecosistemas* 5:192-198.
- CECIF. Centro Estatal de Contingencias e Incendios Forestales. 2016. Sabana de incendios anual. México (inédito).
- Challenger, A., R. Dirzo., C. López *et al.* 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*, vol. II. CONABIO, México, pp. 37-73.
- CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2010. *Programas y acciones de reforestación, conservación y restauración de suelos, incendios forestales y sanidad forestal*. Coordinación General de Conservación y Restauración-CONAFOR, México.
- . 2017. Tabla comparativa de incendios por año. CONAFOR y CECIF, México (inédito).
- Contreras-MacBeath, T., J.C. Boyás y F. Jaramillo. 2006a. *La diversidad biológica en Morelos: estudio de estado*. CONABIO/UAEM, México.
- Contreras-MacBeath, T., J. Boyás-Delgado, J. Martínez-Thomas *et al.* 2006b. Marco de referencia físico. En: *La diversidad biológica en Morelos: estudio del estado*. T. Contreras-MacBeath, J.C. Boyás y F. Jaramillo CONABIO/UAEM, México, pp. 8-20.
- Díaz-Nájera, A. 2013. *El fuego en la naturaleza*. Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila, México.
- Ernst, C., P. Mayaux, A. Verhegghen *et al.* 2013. National forest cover change in Congo Basin: deforestation, reforestation, degradation and regeneration for years 1990, 2000 and 2005. *Global Change Biology* 4:1173-1187.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2009. *La larga sombra del Ganado: problemas ambientales y opciones*. FAO, Roma.
- . 2010. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Funciones protectoras de los recursos forestales*. FAO, Roma.
- Frangi, J.L., M. Barrera, J. Puigdefábregas *et al.* 2005. Ecología de los bosques de Tierra del Fuego. En: *Ecología y manejo de los bosques de Argentina: Investigación en bosques nativos de Argentina*. J.F. Goya, J.L. Frangi y M. Arturi (comps.). Universidad Nacional de La Plata, Argentina, pp. 1-88.
- García, F. 2007. *Estudio preliminar de la flora de las barrancas de Cuernavaca. Informe preventivo del macroproyecto*,



SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|---|---|
| <p>Límites administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Morelos Límites estatales Principales áreas urbanas por región ecológica | <p>Rasgos hidrológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuerpo de agua | <p>Regionalización ecológica</p> <ul style="list-style-type: none"> Límite | <p>Uso del suelo y vegetación
Período 2004-2016</p> <ul style="list-style-type: none"> Superficie sin cambio Superficie con cambio |
|---|---|---|---|

Figura 7. Localización de las áreas en las que ocurrieron los cambios de uso del suelo forestal hacia otros usos (agrícola, urbano, minero, etcétera) en el periodo de 2004 a 2016. Fuente: análisis de Josué Chichia-González con datos de Sorani 2015.

- manejo de ecosistemas y desarrollo humano. *Estudio de la cuenca de los ríos Apatlaco-Tembembe*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, Morelos.
- García, J.A., J. Cedillo, J. Pérez y J.I. Balderas. 2012. Procesos de cambio en el uso del suelo de una microcuenca en el altiplano mexicano. *Papeles de Geografía* 63:55-56.
- Goetz, S.J., A. Baccini, N.T. Laporte et al. 2009. Mapping and monitoring carbon stocks with satellite observations: a comparison of methods. *Carbón Balance and Management* 2:1-7.
- González, C.A y J.J. Rivera. 2015. La planeación en el estado de Morelos, un acercamiento a la situación urbana municipal. En: *Memorias del xx Encuentro nacional sobre desarrollo regional en México*. AMECIDER/Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, Cuernavaca.
- He, F y P. Hubbell. 2011. Species-area relationships always overestimate extinction rates from habitat loss. *Nature* 473:368-371.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2002. *Carta de uso actual del suelo y vegetación. Serie II. Escala 1:250 000*. INEGI, México.
- . 2014. *Áreas geoestadísticas estatales*. En: <<https://www.google.com/search?q=areas+geoestadisticas+estatales+marco+geoestadistico+2014&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab>>, última consulta: octubre 2014.
- Janzen, D.H. 1988. Tropical dry forests, the most endangered major tropical ecosystem. En: *Biodiversity*. E.O. Wilson y F.M. Peter (eds.). National Academy Press, Washington, pp. 130-137.
- Lara-Ponce, E., L. Caso y M. Aliphath. 2012. El sistema milpa roza, tumba y quema de los mayas Itzá de San Andrés y San José, Petén Guatemala. *Ra Ximhai* 8:71-92.
- López, A. 2012. *Deforestación en México: un análisis preliminar*. Centro de Investigación y Docencia Económicas A.C., México.
- López, E., G. Bocco, M. Mendoza y E. Duhau. 2001. Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe. A case in Morelia city, Mexico. *Landscape and Urban Planning* 55:271-285.
- Lucio-Cuevas, M.P. 2006. Las áreas naturales protegidas del norte de Morelos: Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Parque Nacional El Tepozteco y Corredor Biológico Chichinautzin. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, México.
- Maass, J.M. 1995. Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. En: *Seasonally dry tropical forest*. S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Miles, L., A.C. Newton, R.S. DeFries et al. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forest. *Journal of Biogeography* 33:491-505.
- Monroy-Ortiz, R. 2011. La agenda urbana en Morelos: El problema del mismo programa para condiciones diferenciales. *Quivera* 13:259-279.
- Myers, R.L. 2006. *Convivir con el fuego: manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el manejo integral del fuego*. The Nature Conservancy, Florida.
- Paruelo, J.M., J. Guerschman y S. Verón. 2005. Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia Hoy* 15(87):14-23.
- Ríos, J., G. Laguado, C. Trujillo y P. Sánchez. 2012. Análisis y modelación de deforestación para los años 1990, 2000 y 2010 en el corredor Manu-Amarakaeri. UNESCO, Perú.
- Ruiz, C.F. M. Esquivel y C. Alvarado. 2016. El programa pueblos mágicos en Tepoztlán: del desarrollo a la regionalización. En: *Memorias del XXI Encuentro nacional sobre desarrollo regional en México*. Mérida.
- Sámamo, J.L y M.A. Rodríguez. 2015. Metropolitización y región periurbana en Morelos. En: *Memorias del xx Encuentro nacional sobre desarrollo regional en México*. Cuernavaca.
- SEDAGRO. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. 2016. *Programa sectorial de desarrollo agropecuario y acuícola de Morelos (PSDAAMOR) 2013-2018*. Gobierno del Estado de Morelos, México.
- Sorani, D.V. 2015. *Coberturas de uso de suelo y vegetación de los años 2004 y 2015 del Programa de ordenamiento ecológico regional del estado de Morelos*. Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica. UAEM, México (inédito).
- Sotelo-Caro, O., J. Chichia, V. Sorani y A. Flores-Palacios. 2015. Changes in the deforestation dynamics of a river sub-basin of Mexico: non-recovery of primary habitats following cessation of deforestation. *Revista de Geografía Norte Grande* 61:205-219.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forests: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94:133-142.
- Velázquez, M.A y H. Balslev. 2012. Tepoztlán, una economía de la experiencia íntima. *Latin American Research Review* 47:135-157.
- Weber, C. y A. Puissant. 2003. Urbanization pressure and modeling of urban growth: example of the Tunis Metropolitan Area. *Remote Sensing of Environment* 86:341-352.
- Whitehurst, A.S., J.O. Sexton y L. Dollar. 2009. Land cover change in western Madagascar's dry deciduous forests: a comparison of forest changes in and around Kirindy Mite National Park. *Oryx* 43:275-283.

Cambio climático y sus impactos en la biodiversidad

Ramón Pérez Gil Salcido, Tzintia Velarde Mendoza y José Gerardo Guerra Páramo

Introducción

El calentamiento del sistema climático es real e inequívoco, como lo evidencian los aumentos en el promedio anual de temperatura del aire y el océano, el deshielo y el aumento en el promedio mundial del nivel del mar. El aumento de la temperatura atmosférica tiene un efecto en los patrones climáticos mundiales y regionales. De tal manera que, la sobrevivencia del humano y muchas especies más depende de las acciones que se tomen para mitigarlo (Carabias *et al.* 2010).

De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), la vulnerabilidad ante el cambio climático depende de la forma, la magnitud y la velocidad con la que ocurran los cambios derivados del calentamiento global, y de la capacidad de los sistemas humanos y naturales para ajustarse a ellos.

La vulnerabilidad es “el grado por el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima” (McCarthy *et al.* 2001: 75); y se divide en tres componentes: exposición, sensibilidad, y capacidad adaptativa (Martínez-Alonso *et al.* 2010).

Con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad y riesgo actual y futuro de la biodiversidad morelense ante la variabilidad y los efectos del cambio climático, se implementó un análisis de especies y ecosistemas selectos, y la evaluación de diferentes opciones de adaptación y mitigación frente a dichos efectos, con el fin de generar recomendaciones que faciliten el establecimiento de prioridades de adaptación y mitigación. En este sentido, se presentan en los puntos de mayor relevancia del estudio de Análisis de vulnerabilidad de la biodiversidad

frente al cambio climático en Morelos realizado por Pérez-Gil *et al.* (2013).

Análisis de vulnerabilidad frente al cambio climático

El análisis consistió a grandes rasgos en: a) revisión documental; b) selección de especies para el análisis; c) elaboración y análisis de modelos de distribución potencial (modelos de nicho con MaxEnt versión 3.3.3k (Phillips *et al.* 2004), usado para proyectar los modelos como distribuciones potenciales de las de especies); y d) procesamiento, sistematización y análisis de información.

Los datos utilizados para el último paso abarcaron tres ámbitos: riesgo de exposición, vulnerabilidad intrínseca y capacidad de adaptación de cada especie. Con la sumatoria de los valores ponderados para estos tres ámbitos, se determinó la vulnerabilidad total de cada especie. De esta manera, los valores máximos resultantes de la sumatoria significaron una mayor vulnerabilidad, mientras que los mínimos una menor. Para conocer más de la metodología empleada se invita al lector a consultar el apéndice 56.

Se realizó la modelación de distribución potencial para 73 especies de flora y fauna silvestre (seleccionadas como resultado de una priorización; cuadro 1, apéndice 56).

Entre las especies utilizadas para la modelación se incluyeron 12 de anfibios, 11 de mamíferos, 24 de reptiles, 14 de aves y 12 de vegetación, y se consideran representativas de los ecosistemas presentes en el estado.

En total se realizaron 292 modelos de nicho ecológico (cuatro por especie: uno para la distribución actual y tres para las distribuciones potenciales de acuerdo con las condiciones definidas por los modelos de cambio climático al 2020, 2050 y 2080).

Pérez-Gil S., R., T. Velarde Mendoza y J.G. Guerra Páramo. 2020. Cambio climático y sus impactos en la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 145-154.

Cuadro 1. Criterios de selección para las especies. La numeración no indica prioridad.

ID	Características
1	Propuesta como especie prioritaria a nivel nacional
2	Conflictos humano/vida silvestre. Importancia y frecuencia de conflictos entre humanos y vida silvestre (la especie en cuestión)
3	El alto grado de interés cultural y científico existente respecto de ellas
4	Especies con hábitat transfronterizo, en este caso regional
5	Especies endémicas a México
6	Especies endémicas a Morelos
7	Grado de amenaza NOM-059 en México
8	Importancia estratégica como especie bandera para la conservación de otras especies y su hábitat
9	Importancia estratégica como especie clave para la conservación de otras especies y su hábitat
10	Importancia estratégica como especie indicadora para la conservación de otras especies y su hábitat
11	Importancia estratégica como especie sombrilla para la conservación de otras especies y su hábitat
12	Importancia internacional (presencia en la lista roja de UICN, CITES, CCA y otros acuerdos internacionales)
13	Linajes evolutivos únicos (p.e. mayor importancia a taxa monotípicos que politípicos)
14	Presencia de la especie en áreas naturales protegidas
15	Presión antropogénica especies sometidas alta presión antropogénica
16	Rareza taxonómica
17	Especies complejas (especies con estructura poblacional compleja, migratorias, altas concentraciones o congregatorias)
18	Valor e interés socioeconómico y cultural de la especie y su hábitat
19	Viabilidad de recuperación
20	Viabilidad de uso sustentable

Fuente: elaboración propia con datos de Pérez-Gil *et al.* 2013.

En los modelos de distribución, se muestra de manera gráfica el potencial de ocurrencia de las especies de acuerdo con cuatro rangos de probabilidad, en donde 4 es el valor mayor y 1 el menor (figura 1).

Especies vulnerables

De las especies analizadas, 15.6% se situaron en el grupo de vulnerabilidad total más baja, con calificaciones de entre 0 a 5 puntos (figura 2). En dicho rango se ubicaron las especies: iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), la tortuga estuche (*Kinosternon scorpioides*), la serpiente cascabel (*Crotalus triseriatus*), la lagartija escorpión (*Gerrhonotus liocephalus*), la paloma arroyera (*Leptotila verreauxi*), dos especies de burseras (*Bursera copallifera* y *B. bipinnata*) y la especie con la menor calificación de todo el estudio: el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Por otro lado, 53.42% de las especies resultaron con una vulnerabilidad media dentro del rango de 5.1 a 10 puntos (figura 2). Destacan en este rango las siguientes especies: la rana arbórea (*Plectrohyla chryses*), el lagarto escorpión (*Heloderma horridum*), la tortuga casquito (*Kinosternon integrum*), el falso camaleón (*Phrynosoma*

orbiculare), el halcón aplomado (*Falco femoralis*), la huilota (*Zenaida macroura*), el halcón peregrino (*F. peregrinus*), la gallinita de monte (*Dendrortyx macroura*), el gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el tigrillo (*L. wiedii*), el pasto amacollado (*Stipa ichu*), los pinos (*Pinus ayacahuite* y *P. montezumae*), una especie de encino (*Quercus rugosa*) y el madroño (*Arbutus xalapensis*).

En el rango de mayor vulnerabilidad se situó 30.13% de las especies con valores de entre 10.1 y 15 puntos (figura 2). Algunas de las especies más importantes fueron: el teporingo (*Romerolagus diazi*), la nutria (*Lontra longicaudis*), los murciélagos (*Leptonycteris nivalis* y *L. yerbabuena*), tres especies de salamandras (*Pseudoeurycea cephalica*, *P. leprosa* y *P. belli*), la rana arbórea (*Plectrohyla arborescandens*), el búho cara obscura (*Asio stygius*), el semillero azul (*Amaurospiza concolor*), y el sabino (*Taxodium mucronatum*).

Dentro del análisis, únicamente una especie de salamandra (0.85%), conocida como tlaconete de Morelos (*Pseudoeurycea altamontana*), se ubicó en un rango de vulnerabilidad alta por tener un valor mayor a 15 puntos, ya que alcanzó 16.33.

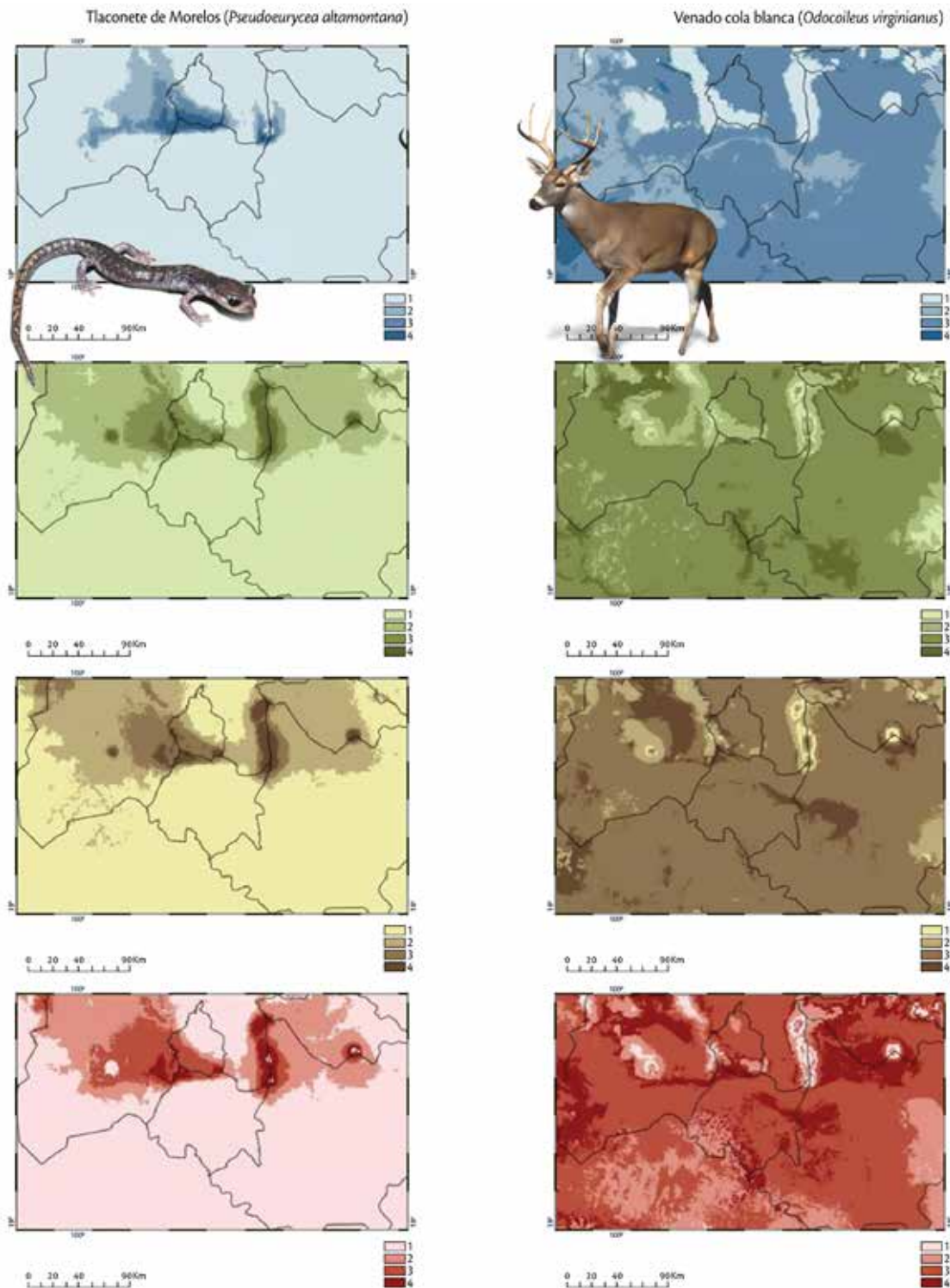


Figura 1. Modelos de distribución potencial de dos especies ante el cambio climático. A la izquierda para el tlaconete de Morelos (*Pseudoeurycea altamontana*) y a la derecha para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Se muestran cuatro mapas por especie para la distribución modelada al 2013 (azul) y para los modelos de cambio climático para 2020 (verde), 2050 (amarilla) y 2080 (roja). Fuente: elaboración propia con datos de Pérez-Gil *et al.* 2013.

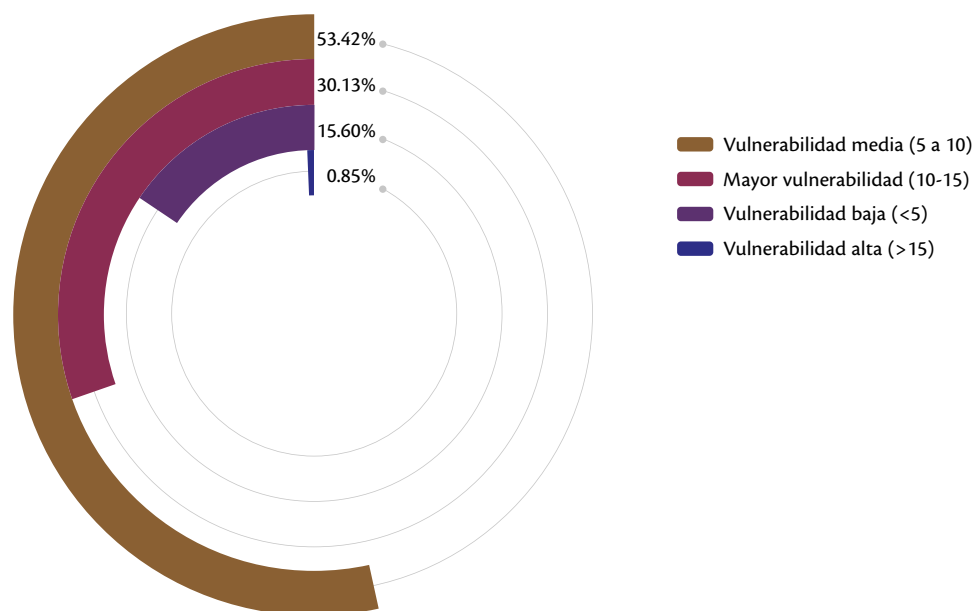


Figura 2. Distribución por rangos de vulnerabilidad de las 73 especies. Fuente: elaboración propia con datos de Pérez-Gil et al. 2013.

Vulnerabilidad por grupos biológicos

Anfibios

Se analizaron 12 especies, en su mayoría con calificaciones altas, y promedio general grupal de 12.03 puntos. La calificación más baja del grupo la tuvo la rana de árbol plegada (*Hyla plicata*) con 8.00 puntos, mientras que la más alta la alcanzó la salamandra *P. altamontana* con 16.33 puntos (cuadro 2).

La alta vulnerabilidad de este grupo, tuvo que ver con la reducción o fragmentación de las áreas de distribución que mostraron en los mapas. Pero también con las características intrínsecas de las especies como su grado de especialización a nichos específicos, su pobre habilidad de dispersión, sus grados de endemismo, las tolerancias bajas a cambios en su hábitat y en general características de poca capacidad de adaptación. De igual forma, la existencia de otros factores de estrés, como la contaminación, que tienen el potencial de exacerbar los efectos del cambio climático, jugaron un papel relevante (Pérez-Gil et al. 2013).

Reptiles

De las 24 especies de reptiles incluidas en el análisis, la mayoría presentó calificaciones menores a 10 puntos,

y como grupo alcanzaron un promedio general de 6.93 puntos. La calificación más alta fue para la culebra ojo de gato falsa cabeza roja (*Pseudoleptodeira latifasciata*) con 13.67 puntos y la más baja para la lagartija escamosa de mezquite (*Sceloporus grammicus*) con 2.33 puntos (cuadro 3).

Las calificaciones bajas obtenidas en general para este grupo pueden ser resultado de un incremento o permanencia de sus áreas de distribución y sus bajos valores en cuanto a vulnerabilidad intrínseca. Lo anterior, aun cuando las capacidades de adaptación resultaran con valores bajos en general para el grupo.

Aves

La mayoría de las aves analizadas tuvieron calificaciones menores a 10 puntos, lo que como grupo resultó en un promedio general de 8.95 puntos. La calificación más alta la obtuvo el semillero azul (*A. concolor*) con 14 puntos, que es una especie incluida en la lista de especies en peligro de extinción (P) de la NOM-059 (SEMARNAT 2010). La calificación más baja del grupo fue para la paloma arroyera (*Leptotila verreauxi*) con cuatro puntos.

En general, esto puede deberse a que se mantiene el área de distribución modelada o inclusive se incrementa. La vulnerabilidad como grupo está en un rango medio debido a su capacidad de movilidad y búsqueda de

Cuadro 2. Resultados parciales y totales del análisis de vulnerabilidad para las 12 especies incluidas en el grupo de los anfibios.

ID	Especie	Riesgo de exposición	Ponderación	Vulnerabilidad intrínseca	Ponderación	Capacidad adaptación	Ponderación	Vulnerabilidad total
1	<i>Pseudoeurycea altamontana</i>	2.67	5.33	4.00	12.00	1.00	-1.00	16.33
2	<i>Plectrohyla arborescandens</i>	2.00	4.00	4.00	12.00	1.00	-1.00	15.00
3	<i>Chiropterotriton chiropterus</i>	2.33	4.67	4.00	12.00	2.00	-2.00	14.67
4	<i>Exerodonta smaragdina</i>	2.67	5.33	3.00	9.00	1.00	-1.00	13.33
5	<i>Lithobates berlandieri</i>	3.00	6.00	3.00	9.00	2.00	-2.00	13.00
6	<i>Pseudoeurycea cephalica</i>	2.33	4.67	3.00	9.00	2.00	-2.00	11.67
7	<i>Lithobates montezumae</i>	3.67	7.33	2.00	6.00	2.00	-2.00	11.33
8	<i>Pseudoeurycea leprosa</i>	2.00	4.00	3.00	9.00	2.00	-2.00	11.00
9	<i>Pseudoeurycea bellii</i>	1.67	3.33	3.00	9.00	2.00	-2.00	10.33
10	<i>Plectrohyla chryses</i>	1.00	2.00	3.00	9.00	1.00	-1.00	10.00
11	<i>Plectrohyla bistincta</i>	1.33	2.67	3.00	9.00	2.00	-2.00	9.67
12	<i>Hyla plicata</i>	2.00	4.00	2.00	6.00	2.00	-2.00	8.00

Fuente: elaboración propia con datos de Pérez-Gil et al. 2013.

Cuadro 3. Resultados parciales y totales del análisis de vulnerabilidad para el grupo de los reptiles.

ID	Especie	Riesgo de exposición	Ponderación	Vulnerabilidad intrínseca	Ponderación	Capacidad adaptación	Ponderación	Vulnerabilidad total
1	<i>Pseudoleptodeira latifasciata</i>	3.33	6.67	3.00	9.00	2.00	-2.00	13.67
2	<i>Micrurus laticollaris</i>	2.67	5.33	2.00	6.00	1.00	-1.00	10.33
3	<i>Rhadinaea hesperia</i>	2.67	5.33	2.00	6.00	1.00	-1.00	10.33
4	<i>Loxocemus bicolor</i>	3.00	6.00	2.00	6.00	2.00	-2.00	10.00
5	<i>Kinosternon integrum</i>	1.33	2.67	3.00	9.00	2.00	-2.00	9.67
6	<i>Thamnophis scaliger</i>	2.67	5.33	2.00	6.00	2.00	-2.00	9.33
7	<i>Heloderma horridum</i>	2.33	4.67	2.00	6.00	2.00	-2.00	8.67
8	<i>Tantilla deppei</i>	2.33	4.67	2.00	6.00	2.00	-2.00	8.67
9	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	2.00	4.00	2.00	6.00	2.00	-2.00	8.00
10	<i>Salvadora bairdi</i>	2.00	4.00	2.00	6.00	2.00	-2.00	8.00
11	<i>Leptophis diplotropis</i>	2.67	5.33	2.00	6.00	4.00	-4.00	7.33
12	<i>Imantodes gemmistratus</i>	3.00	6.00	1.00	3.00	2.00	-2.00	7.00
13	<i>Lampropeltis triangulum</i>	2.33	4.67	1.00	3.00	1.00	-1.00	6.67
14	<i>Hypsiglena torquata</i>	2.67	5.33	1.00	3.00	2.00	-2.00	6.33
15	<i>Plestiodon copei</i>	2.00	4.00	1.00	3.00	1.00	-1.00	6.00
16	<i>Thamnophis scalaris</i>	1.00	2.00	2.00	6.00	2.00	-2.00	6.00
17	<i>Iguana iguana</i>	2.67	5.33	1.00	3.00	3.00	-3.00	5.33
18	<i>Kinosternon scorpioides</i>	2.00	4.00	1.00	3.00	2.00	-2.00	5.00
19	<i>Crotalus triseriatus</i>	1.67	3.33	1.00	3.00	2.00	-2.00	4.33
20	<i>Ctenosaura pectinata</i>	2.00	4.00	1.00	3.00	3.00	-3.00	4.00
21	<i>Gerrhonotus liocephalus</i>	1.67	3.33	1.00	3.00	3.00	-3.00	3.33
22	<i>Plestiodon lynxe</i>	1.67	3.33	1.00	3.00	3.00	-3.00	3.33
23	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	1.33	2.67	1.00	3.00	3.00	-3.00	2.67
24	<i>Sceloporus grammicus</i>	1.67	3.33	1.00	3.00	4.00	-4.00	2.33

Fuente: elaboración propia con datos de Pérez-Gil et al. 2013.

hábitats adecuados, y a que en general la capacidad de adaptación no registró valores mínimos (cuadro 4).

Un caso excepcional es el de la gallinita de monte (*Dendrortyx macroura*), que se distribuye en bosques de pino, encino y oyamel (*Abies religiosa*). Dicha especie obtuvo una vulnerabilidad de 9.33 puntos, que se podría considerar media, y fragmentación de su hábitat tiene importantes efectos sobre sus poblaciones. Su situación se torna aún más crítica, debido a que la zona donde se distribuye padece, desde hace varios años, por la tala ilegal, el sobrepastoreo y el ataque de mascotas ferales (perros y gatos salvajes de origen doméstico), además de la caza (Pérez-Gil et al. 2013).

Mamíferos

De las 11 especies de mamíferos analizados, seis tuvieron calificaciones arriba de 10 puntos. El grupo biológico obtuvo un promedio general de 9.12 puntos. La especie con mayor vulnerabilidad fue el murciélago (*Leptonycteris yerbabuena*), que obtuvo 15 puntos y la de menor, no sólo del grupo sino de todo el análisis, fue el venado cola blanca (*O. virginianus*) con 1.67 puntos (cuadro 5).

La distribución de los mamíferos en los modelos tiende a fragmentarse o disminuir, mientras que la vulnerabilidad intrínseca del grupo registra valores variados de acuerdo con la especie. Por ejemplo, el murciélago (*L. yerbabuena*) obtuvo valores elevados debido principalmente a la fragmentación del hábitat y a su especialización hacia el mismo.

Vegetación

De las 12 especies de flora que se incluyeron en el análisis, la mayoría alcanzó calificaciones menores a 10 puntos y en conjunto tuvieron un promedio general de 8.97 puntos. La calificación más alta la obtuvo el sabino (*Taxodium mucronatum*) con 11 puntos y la más baja la bursera (*Bursera bipinnata*) con 3.33 puntos (cuadro 6).

Esto puede coincidir con resultados de otros trabajos, donde se menciona que es posible que bajo los efectos del cambio climático suceda un desplazamiento de la selva baja hacia el norte del estado, así como una contracción de los bosques templados. Al respecto, se pronostica que el cambio climático causará el desplazamiento de las zonas de vida para determinados ecosistemas (Markham 1996).

Frente a estos cambios, las especies pueden adaptarse mediante la plasticidad fenotípica, la evolución adaptativa y la migración (Markham 1996, Bawa y Dayanandan 1998). Además, se deben considerar los impactos por el cambio de régimen de precipitación en sistemas acuáticos (Martínez-Austria y Patiño-Gómez 2012), que podrían afectar al bosque perennifolio ripario, cuya especie predominante es el sabino (*T. mucronatum*), ya que ambos obtuvieron los valores de mayor vulnerabilidad por tipo de vegetación (10.53 puntos) y por especie vegetal (11.00 puntos, cuadros 6 y 7).

Cuadro 4. Resultados parciales y totales del análisis de vulnerabilidad para el grupo de las aves.

ID	Especie	Riesgo de exposición	Ponderación	Vulnerabilidad intrínseca	Ponderación	Capacidad adaptación	Ponderación	Vulnerabilidad total
1	<i>Amaurospiza concolor</i>	2.00	4.00	4.00	12.00	2.00	-2.00	14.00
2	<i>Asio stygius</i>	2.33	4.67	3.00	9.00	2.00	-2.00	11.67
3	<i>Passerina ciris</i>	3.33	6.67	2.00	6.00	2.00	-2.00	10.67
4	<i>Rallus elegans</i>	3.33	6.67	2.00	6.00	2.00	-2.00	10.67
5	<i>Xenospiza baileyi</i>	1.33	2.67	3.00	9.00	2.00	-2.00	9.67
6	<i>Cyrtonyx montezumae</i>	2.67	5.33	2.00	6.00	2.00	-2.00	9.33
7	<i>Dendrortyx macroura</i>	2.67	5.33	2.00	6.00	2.00	-2.00	9.33
8	<i>Calidris mauri</i>	3.00	6.00	2.00	6.00	3.00	-3.00	9.00
9	<i>Megascops seductus</i>	2.33	4.67	2.00	6.00	2.00	-2.00	8.67
10	<i>Zenaida macroura</i>	2.00	4.00	2.00	6.00	2.00	-2.00	8.00
11	<i>Falco femoralis</i>	2.33	4.67	2.00	6.00	3.00	-3.00	7.67
12	<i>Zenaida asiatica</i>	3.00	6.00	1.00	3.00	2.00	-2.00	7.00
13	<i>Falco peregrinus</i>	1.33	2.67	2.00	6.00	3.00	-3.00	5.67
14	<i>Leptotila verreauxi</i>	2.00	4.00	1.00	3.00	3.00	-3.00	4.00

Fuente: elaboración propia con datos de Pérez-Gil et al. 2013.

Cuadro 5. Resultados parciales y totales del análisis de vulnerabilidad para el grupo de los mamíferos.

ID	Especie	Riesgo de exposición	Ponderación	Vulnerabilidad intrínseca	Ponderación	Capacidad adaptación	Ponderación	Vulnerabilidad total
1	<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	2.00	4.00	4.00	12.00	1.00	-1.00	15.00
2	<i>Choeronycteris mexicana</i>	2.33	4.67	3.00	9.00	2.00	-2.00	11.67
3	<i>Musonycteris harrisoni</i>	2.33	4.67	3.00	9.00	2.00	-2.00	11.67
4	<i>Leptonycteris nivalis</i>	1.67	3.33	3.00	9.00	1.00	-1.00	11.33
5	<i>Lontra longicaudis</i>	2.00	4.00	3.00	9.00	2.00	-2.00	11.00
6	<i>Romerolagus diazi</i>	3.00	6.00	2.00	6.00	1.00	-1.00	11.00
7	<i>Leopardus wiedii</i>	1.33	2.67	2.00	6.00	1.00	-1.00	7.67
8	<i>Glaucomys volans</i>	1.67	3.33	2.00	6.00	2.00	-2.00	7.33
9	<i>Leopardus pardalis</i>	2.00	4.00	1.00	3.00	1.00	-1.00	6.00
10	<i>Sciurus oculatus</i>	1.00	2.00	2.00	6.00	2.00	-2.00	6.00
11	<i>Odocoileus virginianus</i>	1.33	2.67	1.00	3.00	4.00	-4.00	1.67

Fuente: elaboración propia con datos de Pérez-Gil et al. 2013.

Cuadro 6. Resultados parciales y totales del análisis de vulnerabilidad para la vegetación.

ID	Especie	Riesgo de exposición	Ponderación	Vulnerabilidad intrínseca	Ponderación	Capacidad adaptación	Ponderación	Vulnerabilidad total
1	<i>Taxodium mucronatum</i>	2.00	4.00	3.00	9.00	2.00	-2.00	11.00
2	<i>Abies religiosa</i>	2.67	5.33	2.00	6.00	2.00	-2.00	9.33
3	<i>Muhlenbergia macroura</i>	3.00	6.00	2.00	6.00	3.00	-3.00	9.00
4	<i>Pinus ayacahuite</i>	2.33	4.67	2.00	6.00	2.00	-2.00	8.67
5	<i>Carpinus caroliniana</i>	2.00	4.00	2.00	6.00	2.00	-2.00	8.00
6	<i>Pinus montezumae</i>	2.00	4.00	2.00	6.00	2.00	-2.00	8.00
7	<i>Quercus rugosa</i>	2.33	4.67	2.00	6.00	3.00	-3.00	7.67
8	<i>Stipa ichu</i>	2.33	4.67	2.00	6.00	3.00	-3.00	7.67
9	<i>Arbutus xalapensis</i>	1.67	3.33	2.00	6.00	2.00	-2.00	7.33
10	<i>Quercus magnoliifolia</i>	1.67	3.33	2.00	6.00	3.00	-3.00	6.33
11	<i>Bursera copallifera</i>	2.00	4.00	1.00	3.00	3.00	-3.00	4.00
12	<i>Bursera bipinnata</i>	1.67	3.33	1.00	3.00	3.00	-3.00	3.33

Fuente: elaboración propia con datos de Pérez-Gil et al. 2013.

Cuadro 7. Resumen del análisis de vulnerabilidad de los distintos tipos de vegetación

Tipo de vegetación	Riesgo de exposición	Ponderación	Vulnerabilidad intrínseca	Ponderación	Capacidad adaptación	Ponderación	Vulnerabilidad total
Bosque perennifolio ripario	2.07	4.13	2.80	8.40	2.00	-2.00	10.53
Bosque de Quercus	1.99	3.97	2.24	6.72	2.04	-2.04	8.65
Bosque coníferas	2.04	4.09	2.18	6.55	2.24	-2.24	8.40
Bosque tropical caducifolio	2.27	4.55	1.94	5.82	2.09	-2.09	8.28
Bosque mesófilo de montaña	1.76	3.52	2.29	6.86	2.14	-2.14	8.24
Zacatonal	2.38	4.76	1.71	5.14	2.29	-2.29	7.62

Fuente: elaboración propia con datos de Pérez-Gil et al. 2013.

En el análisis de los tipos de vegetación (cuadro 7), los que mostraron mayor vulnerabilidad después del bosque perennifolio ripario, fueron los bosques de encinos (*Quercus*) y de coníferas con 8.65 y 8.40 puntos, respectivamente. El tipo de vegetación menos vulnerable fue el zacatonal con 7.62 puntos.

El oyamel (*A. religiosa*) se distribuye en áreas de alta montaña en la parte norte del estado. Según los modelos de nicho ecológico, esta especie tendrá una distribución fragmentada por los efectos de la alteración de los pisos altitudinales en la vegetación ocasionados por el cambio climático. A esto se debe sumar la ampliación de la frontera agrícola y el cambio de uso del suelo.

Factores de presión con potencial para exacerbarse por los efectos del cambio climático

Existe una variedad de amenazas a la biodiversidad que impactan casi de manera permanente a los ecosistemas del estado y pueden ser exacerbadas por los efectos del cambio climático, como la introducción de especies exóticas, la proliferación de especies vectores de parásitos y la contaminación.

Distintos autores señalan que las alteraciones asociadas al cambio climático sobre las condiciones ambientales preexistentes generan la oportunidad para el establecimiento y propagación de especies exóticas invasoras (CONANP 2011). La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) considera a las especies invasoras como la segunda causa de la pérdida de la biodiversidad, sólo después de la destrucción de hábitats (Lowe *et al.* 2004, Capdevila-Argüelles *et al.* 2013, UICN 2017).

En muchos países las pérdidas económicas anuales por las especies exóticas (muchas de las cuales son plagas

o patógenos agropecuarios) llegan a los miles de millones de dólares (Aguirre-Muñoz *et al.* 2009). Sin embargo, en México y en particular en Morelos, aún se trabaja bajo el paradigma de que la introducción de especies exóticas puede mejorar la producción.

Si bien, en lo general para el estado no se tienen datos precisos sobre las especies invasoras y sus impactos, de la lista de las 100 peores especies invasoras del mundo se observa que se encuentran en Morelos. Destacan peces y mamíferos, con cuatro y seis especies respectivamente (Lowe *et al.* 2004). Es evidente la carencia de una visión realista sobre la conservación de las especies locales de estos grupos, ya que varias especies consideradas como invasoras aún forman parte de programas que dicen ser sustentables.

Los efectos que la temperatura tiene sobre los vectores y parásitos del dengue y paludismo se encuentran muy bien documentados (Riojas-Rodríguez *et al.* 2006, Berberiana y Rosanova 2012), por lo que es probable que el aumento de temperatura y la presencia de lluvias intensas sea parte de la razón para tales incrementos (Pachauri y Reisinger 2007). En 2009 Morelos fue uno de los estados con mayor incidencia con casos de fiebre por dengue (INE y SEMARNAT 2009).

Conclusiones y recomendaciones

En el análisis de la fauna incluida, se observó que el grupo de los anfibios fue el más susceptible a las afectaciones generadas por el cambio climático, ya que mostró la mayor vulnerabilidad total con un valor promedio de 12.03. El grupo menos susceptible fue el de los reptiles el cual resultó con una vulnerabilidad total de 6.93 puntos (cuadro 8).

Se pueden distinguir dos tipos de medidas para la adaptación al cambio climático: 1) las que buscan amortiguar las perturbaciones, para aumentar la resistencia y

Cuadro 8. Resumen de los resultados parciales y totales en el análisis de vulnerabilidad de los distintos grupos biológicos incluidos en este trabajo.

Grupo	Riesgo de exposición	Ponderación	Vulnerabilidad intrínseca	Ponderación	Capacidad adaptación	Ponderación	Vulnerabilidad total
Anfibios	2.22	4.44	3.08	9.25	1.67	-1.67	12.03
Mamíferos	1.88	3.76	2.36	7.09	1.73	-1.73	9.12
Aves	2.40	4.81	2.14	6.43	2.29	-2.29	8.95
Vegetación	2.14	4.28	1.92	5.75	2.50	-2.50	7.53
Reptiles	2.19	4.39	1.58	4.75	2.21	-2.21	6.93

Fuente: elaboración propia con datos de Pérez-Gil *et al.* 2013.

la resiliencia del ecosistema frente a los cambios; y 2) las que facilitan la evolución o la transición del ecosistema hacia un nuevo estado adaptado a las nuevas condiciones (Smithers y Smith 1997).

La selección de medidas requiere enfoques flexibles y diversos que se combinen en una caja de herramientas para la adaptación (Millar *et al.* 2007) y deben implementarse en el marco del manejo adaptativo colaborativo, con la participación de los actores y con mecanismos de monitoreo y evaluación de resultados, así como la producción de conocimiento y revisión de las acciones (Martínez-Alonso *et al.* 2010).

Por último, se enlista una serie de recomendaciones puntuales generales que los autores de este trabajo consideran importantes a tener en cuenta, (para mayor detalle consultar el apéndice 57):

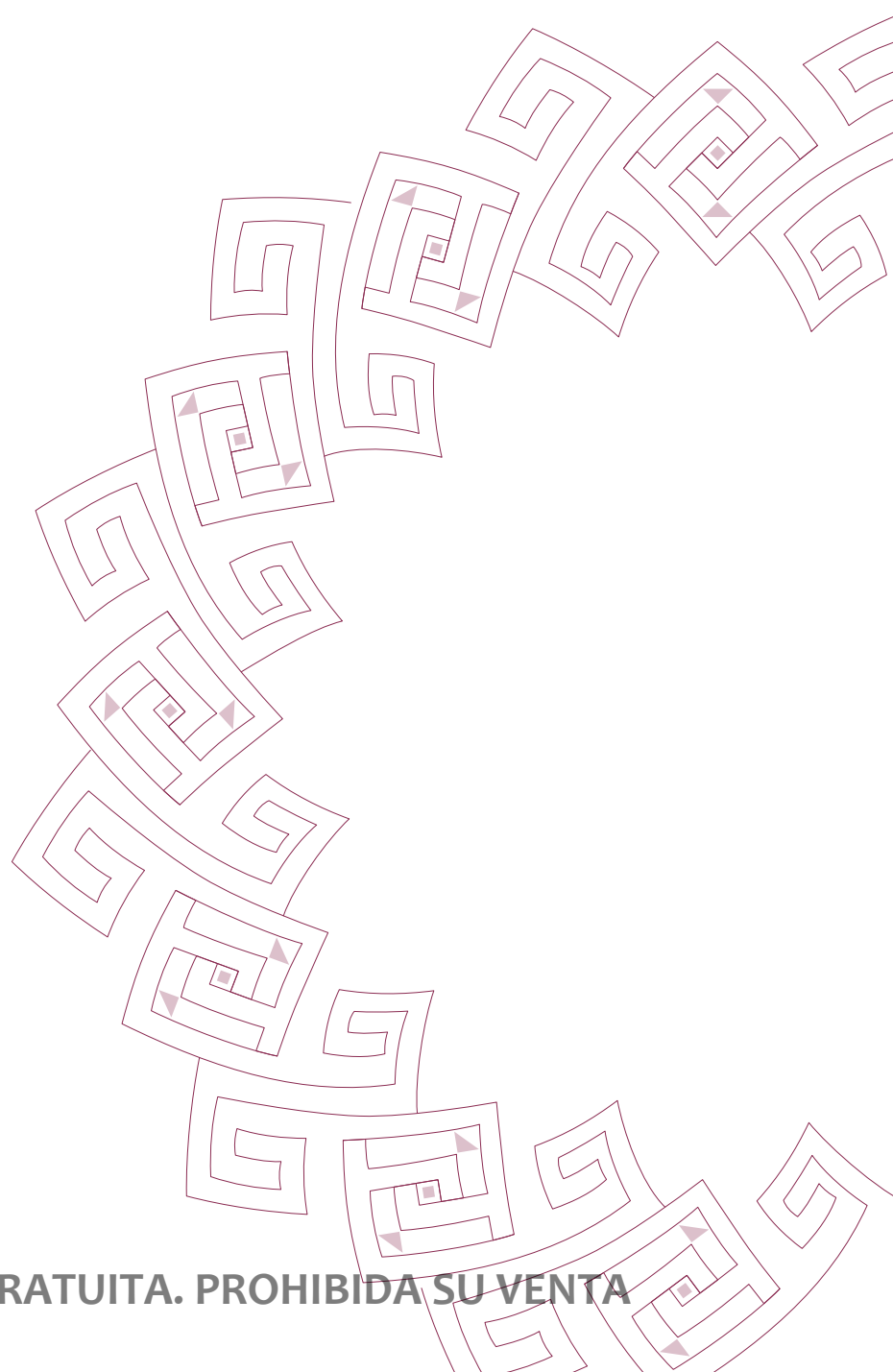
1. Prevenir los fuegos
2. Manejar las especies invasoras y las plagas.
3. Manejar y restaurar el ecosistema después de una perturbación.
4. Aumentar la conectividad del paisaje.
5. Conservar ecosistemas en un gradiente de condiciones ambientales.
6. Conservar la diversidad genética en ecosistemas naturales.
7. Modificar la administración de ecosistemas manejados o aprovechados.
8. Conservar de los bosques y el suelo en las cuencas aguas arriba.
9. Integrar los ecosistemas en los planes o las políticas de adaptación de la sociedad (Martínez-Alonso *et al.* 2010).
10. Estudiar más detalladamente el papel de los servicios hidrológicos en la reducción de la vulnerabilidad de la sociedad a problemas de agua.
11. Adoptar medidas de adaptación basadas en perspectivas de ecosistemas y servicios ecosistémicos.
12. Integrar activamente en las instituciones los conceptos de adaptación y mitigación del cambio climático.
13. Fomentar proyectos de forestación y reforestación que puedan entrar en el mecanismo de desarrollo limpio y esquemas de pago por servicios ecosistémicos, como la venta de créditos de carbono por su contribución a la mitigación del cambio climático mediante secuestro de carbono.

14. Promover la realización de proyectos de investigación futura con miras a cuantificar los efectos del cambio climático en especies, hábitats y ecosistemas.

Referencias

- Aguirre-Muñoz, A., R. Mendoza-Alfaro, H. Arredondo *et al.* 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*, vol. II. CONABIO, México, pp. 277-318.
- Bawa, K. y S. Dayanandan. 1998. Global climate change and tropical forest genetic resources. *Climate Change* 39:473-485.
- Berberiana, G. y M.T. Rosanova. 2012. Impacto del cambio climático en las enfermedades infecciosas. *Archivos Argentinos de Pediatría* 110(1):39-45.
- Capdevila-Argüelles, L., B. Zilletti y V. Suárez-Álvarez. 2013. Causas de la pérdida de biodiversidad: especies exóticas invasoras. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 8(10):55-75.
- Carabias, J., M.J. Molina y J. Sarukhán. 2010. *El cambio climático: causas, efectos y soluciones*. DGE/Equilibrista, México.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2011. *Programa de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas del complejo del Caribe Mexicano*. CONANP/FMCN/The Nature Conservancy México, México.
- INE y SEMARNAT. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2009. *México cuarta comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. INE/SEMARNAT, México.
- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas y M. De Poorter. 2004. 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Una selección del *Global Invasive Species Database*. UICN. En: <www.issg.org/>, última consulta: 12 de julio de 2018.
- Markham, A. 1996. Potential impacts of climate change on ecosystems: a review of implications for policy makers and conservation biologists. *Climate Research* 6:179-191.
- Martínez-Alonso, C., B. Locatelli, R. Vignola y P. Imbach (eds.). 2010. *Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina: libro de actas del SIASSE 2008*. CATIE, Costa Rica.
- Martínez-Austria, P. y C. Patiño-Gómez. 2012. Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y Ciencias del Agua* 3(1):5-20.
- McCarthy, J.J., O.F. Canziani, N.A. Leary *et al.* (eds.). 2001. *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC/Cambridge University Press, Cambridge.

- McLeod, E., R. Salm, A. Green y J. Almany. 2009. Designing marine protected area networks to address the impacts of climate change. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7:362-370.
- Millar, C.I., N.L. Stephenson y S.L. Stephens. 2007. Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological Applications* 17(8):2145-2151.
- Oyhantçabal, W. 2010. Desarrollo de capacidad institucional adaptativa, lucha contra la sequía y servicios ecosistémicos en el norte del Uruguay. En: *Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina: libro de actas del SIASSE 2008*. C. Martínez-Alonso, B. Locatelli, R. Vignola y P. Imbach (eds.). CATIE, Costa Rica, pp. 97-104.
- Pachauri, R.K. y A. Reisinger (eds.). 2007. *Cambio climático 2007: informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. IPCC, Ginebra.
- Pérez-Gil, R., V.H. Flores-Armillas, A. Guevara-Martínez et al. 2013. Análisis de vulnerabilidad de la biodiversidad frente al cambio climático en el estado de Morelos. En: *Cambio climático. Vulnerabilidad de sectores clave en el estado de Morelos*. M.L. Ortiz-Hernández y E. Sánchez-Salinas (comps.). UAEM, México, pp. 101-153.
- Phillips, S., M. Dudík y R. Schapire. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. En: *Proceedings of the 21st international conference on machine learning*. I. Bratko y S. Dzeroski (eds). ACM Press, Nueva York, pp. 655-662.
- Riojas-Rodríguez, H., M. Hurtado-Díaz, J. Idrovo-Velandia y H. Vázquez-Graemeix. 2006. *Estudio diagnóstico sobre los efectos del cambio climático en la salud humana de la población en México. Informe final*. INE/INSP, México.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- Smithers, J. y B. Smith. 1997. Human adaptation to climatic variability and change. *Global Environmental Change* 7(2):29-146.
- UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2017. *Lista Roja de especies amenazadas de la uicn. Versión 2017.1*. En: <<http://www.iucnredlist.org/>>, última consulta: 11 de julio de 2017.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Prioridades y estrategias de acción ante los efectos del cambio climático

Jorge Iván Sigala Rodríguez y María Amparo Martínez Arroyo

Introducción

Es difícil predecir los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad. No obstante, México es vulnerable a los efectos de éste, si se toma como referencia a los escenarios de cambio climático que indican que las temperaturas superficiales se verán incrementadas en todo el territorio nacional (IPCC 2014).

Algunos especialistas señalan que el cambio climático, probablemente, sea la mayor amenaza a la biodiversidad mundial, ya que pronostican la extinción de 18 a 35% de las especies para 2050, lo cual depende del escenario proyectado (Leadley *et al.* 2010). Morelos no presenta valores extremos de vulnerabilidad ante el cambio climático, pero existen sitios considerados con valores altos relacionados con el uso de los recursos naturales.

De acuerdo con Gutiérrez y Espinosa (2010), los sectores más vulnerables son el hídrico y forestal, los cuales impactan directamente a la biodiversidad de la región. Por su parte el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC 2013), señala que los municipios más vulnerables de la entidad son: Ayala, Ocuilco, Puente de Ixtla, Tlalnepantla y Yecapixtla.

Vulnerabilidad del estado ante el cambio climático

Para evaluar la vulnerabilidad de la biodiversidad con el enfoque que determina el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), y de acuerdo con Crossman *et al.* (2012) se definen tres factores relevantes: 1) la exposición (distribución de las especies en climas futuros); 2) la

sensibilidad (posible cambio en la distribución de dichas especies, como resultado del cambio en el clima); y 3) la capacidad adaptativa (posibilidad de dispersión por parte de las especies, hacia nuevas zonas geográficas). Con el fin de reducir la vulnerabilidad estos componentes se deben tener en cuenta para identificar y atender las prioridades de acción dirigidas a su conservación (Summers *et al.* 2012).

La transformación de ecosistemas es uno de los factores que provoca la pérdida de biodiversidad y de otros bienes y servicios ecosistémicos, lo cual agrava las consecuencias particularmente en especies con una capacidad de dispersión limitada (véase *Sección VIII. Diversidad de vertebrados* en esta obra), debido a que éstas no responden a los cambios climáticos desplazándose a zonas más favorables, sino que enfrentan una pérdida de su área de distribución (Parra-Olea *et al.* 2005, Segan *et al.* 2016). Esta situación provoca que algunas poblaciones de flora y fauna declinen, debido a que son más susceptibles a los efectos del cambio climático (Ochoa-Ochoa *et al.* 2012).

En el Programa estatal de acción ante el cambio climático de Morelos (sds 2015) menciona específicamente tres grupos de especies de acuerdo con sus grados de vulnerabilidad (véase *Cambio climático y sus impactos en la biodiversidad* en esta obra).

Otras especies no evaluadas pero que se diagnostican como altamente vulnerables por diversas amenazas asociadas al cambio climático son: la carpita del Balsas (*Notropis boucardi*), el cangrejito barranqueño (*Pseudothelphusa dugesi*), el gecko de bandas (*Coleonyx elegans*) y algunos insectos polinizadores como *Apis mellifera*, y los géneros *Bombus*, *Melipona*, *Polistes* (sds 2015).

Elementos de atención prioritaria

Existen algunos sitios de atención prioritaria como los humedales y sistemas de barrancas, entre los cuales se puede mencionar los lagos o lagunas de Zempoala, las Barrancas del Norponiente y la laguna de Hueyapan (véase *Recursos hídricos*; y *Sección IV: Diversidad de ecosistemas* en esta obra).

Dichos sitios, se consideran de atención prioritaria por ser reservorios de agua para la vida silvestre en zonas próximas a espacios urbanos (CEAMA 2009a, b), además de ser hábitat de especies endémicas o bajo alguna categoría de peligro, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT 2010), entre las que se encuentra la ranita verde (*Hyla plicata*) con estatus de rara, la rana arbórea gigante mexicana (*Agalychnis dacnicolor*) que es endémica, la carpita del balsas la cual se encuentra en la categoría de amenazada (*Notropis boucardi*), el chupamirto prieto (*Cynanthus sordidus*), que es endémica y restringida en su distribución, entre otras (CEAMA 2009a, b).

También se consideran de atención prioritaria a las principales zonas de recarga de acuíferos que se localizan en las regiones ecológicas de la Sierra del Chichinautzin, Lomas del Norte y Popocatepetl (véase *Regiones ecológicas* en esta obra). En los escenarios de cambio climático se prevé el aumento de la temperatura y consecuentemente de la evapotranspiración, esto a su vez producirá la disminución importante en la recarga de los acuíferos Cuernavaca, Cuautla-Yautepec, Zacatepec, Tepalcingo-Axochiapan (SDS 2014).

En términos generales, los cambios hidrológicos pueden influir sobre las especies de diversas maneras, pero los procesos mejor conocidos son los que relacionan la disponibilidad de humedad con los umbrales de los procesos metabólicos y reproductivos de las especies (Bates *et al.* 2008).

Por tal motivo, es que el déficit en el recurso hídrico que se prevé hacia el futuro afecte los hábitats y la distribución de especies, lo cual resulta en la afectación de la composición de los ecosistemas y los servicios que brindan.

Otros sitios importantes son las zonas de transición de bosque templado a selva baja caducifolia (entre los 1 350 y 3 100 msnm), porque dependen en gran medida de las condiciones de humedad y debido a que presentan elementos característicos del bosque mesófilo (véase *Diversidad de ecosistemas* en esta obra).

También se considera importante la selva baja caducifolia (entre los 700 y 2 450 msnm), en ella las especies vegetales han modificado sus patrones fenológicos por las variaciones estacionales, lo cual se considera como un aspecto muy relevante en ambientes caducifolios (Gitay *et al.* 2002).

Por último, los ecosistemas de montaña (figura 1) ubicados en la parte norte del estado son de particular interés, ya que estudios recientes (CONABIO 2010, Gual-Díaz y Rendón-Correa 2014), apuntan a que las especies que los componen tienen un riesgo más elevado de extinción, en particular, las especies endémicas.

Entre las especies relevantes de los ecosistemas de montaña se encuentran anfibios (*Pseudoerycea altamontana*), pequeños mamíferos (*Romerolagus diazi*), peces (*Notropis boucardi*), aves (*Xenospiza baileyi*) y plantas (*Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*), que son muy vulnerables a los cambios actuales y proyectados del clima, porque alteran su nicho de montaña, el cual es extremadamente especializado (Bates *et al.* 2008).

Medidas de acción ante el cambio climático

Las medidas de mitigación por sí solas no son suficientes para evitar los impactos del cambio climático. Por lo tanto, las actividades de adaptación diseñadas específicamente para reducir el impacto de éste tienen que considerarse junto con las medidas de mitigación.

Estas medidas se pueden aplicar a los ecosistemas manejados de manera intensiva para coadyuvar efectivamente en la conservación y el uso de su biodiversidad, y se implementan mediante estrategias y acciones, en diversos instrumentos de planeación en Morelos, entre los que se encuentran: 1) la Estrategia de cambio climático para áreas protegidas (ECCAP), que busca aumentar la capacidad de adaptación de los ecosistemas (y las poblaciones que habitan en ellos), además de contribuir a la mitigación de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y al enriquecimiento de los almacenes de carbono (CONANP 2010); 2) la Visión nacional de manejo integrado del paisaje y la conectividad (SEMARNAT *et al.* 2017); 3) el Programa estatal de acción ante el cambio climático de Morelos (SDS 2015); 4) el Programa de ordenamiento ecológico regional del estado de Morelos (SDS 2014); 5) el Programa estatal de gestión de riesgo y ordenamiento territorial del estado de Morelos (SDS 2017); y



Figura 1. Vista aérea del bosque templado en el municipio de Huitzilac. Foto: Miguel Ángel Sicilia Manzo/Banco de imágenes CONABIO

6) el Programa hídrico visión 2030 del estado de Morelos (CONAGUA 2010); entre otros.

Entre las diversas medidas, líneas, metas y acciones, se destacan los enfoques en:

- El manejo integrado del paisaje busca la armonización de los procesos de planeación, gestión territorial y uso sustentable de los recursos naturales y culturales (SEMARNAT *et al.* 2017).
- El manejo integral de cuencas reconoce a la cuenca como la unidad de planificación y acción, con enfoque sistémico. Asimismo, es una herramienta esencial para planificar y desarrollar proyectos estratégicos territoriales, en sustitución de las acciones sectoriales aisladas y dispersas de poco o nulo impacto (López y Reynoso 2017).
- La adaptación basada en ecosistemas (AbE) integra el manejo sostenible, la conservación y la restauración de ecosistemas para proveer servicios que permiten a las personas adaptarse a los impactos del cambio climático; y su propósito es mantener y aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y las personas (Lhumeau y Cordero 2012).
- La adaptación basada en comunidades (AbC) es un proceso liderado por la comunidad que se basa en las prioridades, necesidades, conocimientos y capacidades, el cual debe empoderar a personas a planear para los impactos del cambio climático, y superarlos (Reid *et al.* 2009).
- Medidas para combatir la deforestación, desertificación y degradación de ecosistemas y hábitats, para las cuales es primordial conocer el uso del suelo, y respetar su vocación como ecosistema natural o destinarlo a otro uso ya que la designación de uso del suelo tiene un gran potencial de mitigación. Lo anterior se debe a que las actividades que se realizan contribuyen a las emisiones y absorciones de GEI, y a su vez tiene un importante potencial

de adaptación. Por ejemplo, la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos de localidades en terrenos abruptos está fuertemente relacionada con el grado de conservación de la cubierta vegetal natural.

Sin embargo, para su implementación es necesaria una mayor coordinación en las relaciones intergubernamentales, y una creciente participación social en el proceso de planeación, instrumentación y evaluación de las medidas y acciones implementadas (Delgado *et al.* 2015).

Conclusiones

Las medidas que se tomen para preservar la biodiversidad y aprovecharla de forma sostenible se reflejarán en grandes recompensas y se traducirán en diversos beneficios para las personas: una mejor salud, mayor seguridad alimentaria y menos pobreza. A su vez, contribuirán a hacer más lento el avance de los efectos del cambio climático, al generar comunidades y ecosistemas con una mayor capacidad resiliente.

La complejidad de enfrentar los retos del cambio climático requiere la participación de numerosos actores en el ámbito local, estatal y nacional. La forma de abordar esta problemática debe venir de múltiples disciplinas, desde las ciencias naturales, la ingeniería, la arquitectura, las ciencias económicas, la sociología, y la teoría de negociación, hasta las ciencias políticas y el derecho.

Por lo tanto, es fundamental y necesario tomar acciones y trabajar en una agenda de investigación transversal e interdisciplinaria con el objetivo final de responder de manera práctica, a las necesidades que imponen los retos que debemos enfrentar como sociedad ante el cambio climático (Herrera *et al.* 2013).

Referencias

- Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J.P. Palutikof. 2008. *El cambio climático y el agua*. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Secretaría del IPCC, Ginebra.
- CEAMA. Comisión Estatal de Aguas y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Morelos. 2009a. *Estudio Justificativo para la redelimitación y rezonificación del Área de Conservación Ecológica El Texcal estado de Morelos*. CEAMA, Morelos.
- . 2009b. *Ficha informativa de los humedales de Ramsar (FIR) Laguna de Hueyapan El Texcal*. En: <http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Morelos/Hueyapan%20del%20Texcal/LAGUNA_DE_HUEYAPAN.pdf>, última consulta: 16 de febrero 2017.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. *El bosque mesófilo de montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*. CONABIO, México.
- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2010. *Programa hídrico visión 2030 del estado de Morelos*. SEMARNAT, México.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2010. *Estrategia de cambio climático para áreas protegidas*. SEMARNAT, México.
- Crossman, N., B. Burkhard y S. Nedkov. 2012. Quantifying and mapping ecosystem services. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management* 8:1-185.
- Delgado, G.C., A. De Luca y V. Vázquez. 2015. *Adaptación y mitigación urbana del cambio climático en México*. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades-UNAM/Programa de Investigación en Cambio Climático-UNAM, México.
- Gitay, H., A. Suárez, R.T. Watson y D.J. Dokken. 2002. *Cambio climático y biodiversidad: documento técnico v del IPCC*. IPCC, Ginebra.
- Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa. 2014. *Bosque mesófilo de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. CONABIO, México.
- Gutiérrez, M.E. y T. Espinosa. 2010. *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Diagnóstico inicial, avances, vacíos y potenciales líneas de acción en Mesoamérica*. BID, Washington.
- Herrera, B., P. Paaby y C. Muños. 2013. *Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos con énfasis en áreas silvestres protegidas: Síntesis del estado del arte 2009-2011. Análisis del marco jurídico y de política nacional e internacional*. BIOMARCC/SINAC/GIZ, Costa Rica.
- INECC. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 2013. *Vulnerabilidad al cambio climático en los municipios de México*. Dirección General de Investigación de ordenamiento ecológico y conservación de ecosistemas-INECC, México.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. *Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of working group II to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Leadley, P., H.M. Pereira, R. Alkemade *et al.* 2010. *Escenarios de biodiversidad: proyecciones del siglo XXI a los cambios de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos*. Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica, Montreal.
- Lhumeau, A. y D. Cordero. 2012. *Adaptación basada en ecosistemas: una respuesta al cambio climático*. UICN, Quito.

- López, B.W. y R.S. Reynoso. 2017. Manejo integral del paisaje para la adaptación al cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8(1):231-237.
- Ochoa-Ochoa, L., P. Rodríguez, F. Mora *et al.* 2012. Climate change and amphibian diversity patterns in Mexico. *Biological Conservation* 150:94-102.
- Parra-Olea, G., E. Martínez-Meyer y G.P. De León. 2005. Forecasting climate change effects on salamander distribution in the highlands of central Mexico. *Biotropica* 37(2):202-208.
- Reid, H. M. Alam, R. Berger *et al.* 2009. Community-based adaptation to climate change: an overview. *Participatory Learning and Action* 60:11-33.
- SDS. Secretaría de Desarrollo Sustentable. 2014. *Decreto por el que se expide el Programa de ordenamiento ecológico regional del estado de Morelos "POEREM"*. Publicado el 29 de septiembre de 2014 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- . 2015. *Decreto por el que se expide el Programa estatal de acción ante el cambio climático de Morelos "PEACCMOR"*. Publicado el 04 de marzo de 2015 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- . 2017. *Programa estatal de gestión de riesgo y ordenamiento territorial del estado de Morelos*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM/UAEM. México (inédito).
- Segan, D.B., K.A. Murray y J.E. Watson. 2016. A global assessment of current and future biodiversity vulnerability to habitat loss–climate change interactions. *Global Ecology and Conservation* 5:12-21.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- SEMARNAT, CONABIO, CONAFOR y CONANP. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional Forestal y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2017. *Visión nacional de manejo integrado del paisaje y conectividad*. SEMARNAT/CONABIO/CONAFOR/CONANP, México.
- Summers, D.M., B.A. Bryan, N.D. Crossman y W.S. Meyer. 2012. Species vulnerability to climate change: impacts on spatial conservation priorities and species representation. *Global Change Biology* 18(7):2335-2348.

El desarrollo acelerado de megaproyectos: amenaza a la biodiversidad

Xavier López Medellín y José Juan Blancas Vázquez

Introducción

Los actuales modelos de crecimiento económico y desarrollo global que prevalecen en América Latina implican la construcción y la operación de obras de grandes dimensiones, impulsadas por el sector público y privado, y desarrollados por grandes transnacionales que en su mayoría son extranjeras (Wagner 2013). Entre dichas obras, consideradas como megaproyectos, están los sistemas carreteros y autopistas, presas hidroeléctricas, aeropuertos, termoeléctricas, petroquímicas, desarrollos mineros, reordenamientos urbanos, ciudades rurales, entre otros (Rodríguez-Wallenius 2015).

Éstos resultan atractivos para inversionistas y desarrolladores debido a la acumulación de capital que resulta de una rápida valoración del suelo, grandes obras de infraestructura y eventualmente, la privatización de la gestión territorial (Valenzuela 2013).

Sin embargo, los megaproyectos que logran concretarse son aquellos que son capaces de mostrar un mundo fantástico de costos subestimados, ganancias sobre estimadas, impactos ambientales no valorados y efectos de desarrollo regional súper estimados (Flyvbjerg 2005).

Durante su construcción, la realidad emerge, cuando empiezan a tener altísimos sobrecostos, retrasos, ingresos que nunca llegan, deuda pública, entre otros. Estas obras transforman el entorno en el que se construyen, al afectar drásticamente el entorno social y ambiental (Flyvbjerg 2005, Wagner 2013, Gómez *et al.* 2014, Rodríguez-Wallenius 2015)

Tristemente, en la actualidad las políticas de desarrollo económico en América Latina dan prioridad a variables macroeconómicas por encima de

políticas ambientales (Valenzuela 2013, Quintana 2014), y México no es la excepción. Esto parece ser un sinsentido, pues países en vías de desarrollo dependen de la explotación de los recursos naturales para crecer económicamente (Wagner 2013).

Por ello, en estos países han ocurrido luchas contra la construcción de megaproyectos, con el común denominador de la protección de la biodiversidad y la defensa de los medios de vida locales. Esto se debe a que en la mayoría de los casos, diferentes ecosistemas tienen una relación directa con la subsistencia de las comunidades, ya que sus habitantes obtienen de ellos recursos necesarios para su bienestar (Wagner 2013).

Como parte de estas políticas de desarrollo, la Ciudad de México y su zona metropolitana experimentan un crecimiento urbano e industrial exponencial, por lo que es una de las aglomeraciones urbanas más grandes del mundo (Parnreiter 2002).

Este acelerado crecimiento urbano enfrenta varios límites para su crecimiento, que enfatizan la necesidad de tener más ciudades competitivas con la capacidad de captar inversiones externas, algo que va en detrimento de ciudades más equitativas, inclusivas y justas (Valenzuela 2013).

Es por ello, que las fuerzas políticas de los estados vecinos como Morelos, Puebla y Tlaxcala han desatado una competencia voraz para atraer grandes capitales a sus territorios y acaparar la riqueza que ya no puede generar la Ciudad de México (Parnreiter 2005). Como parte de esta competencia, en Morelos se ha establecido un plan de desarrollo de megaproyectos que incluye la construcción de dos termoeléctricas, un acueducto y un gasoducto, así como el desarrollo general carretero, minero y urbano (Flores-Solis y César-Vargas 2015).

Contexto de los recursos naturales en el estado

Morelos es uno de los estados más pequeños del país, con una superficie de 4 879 km², representa 0.25% del territorio nacional (Contreras-MacBeath *et al.* 2006). Tiene una elevada biodiversidad que incluye 3 622 especies de invertebrados y vertebrados que constituyen 21% de las especies de mamíferos mexicanos, 33% de las especies de aves, 14% de las especies de reptiles y 7.74% de las especies de anfibios, lo que lo posiciona en el lugar 17 en cuanto a riqueza de especies con respecto a otros estados (Escalante *et al.* 1993, Navarro y Benítez 1993, Flores y Gerez 1994, Contreras-MacBeath *et al.* 2006, sds 2013). La entidad posee 3 661 especies de plantas (94% angiospermas, 5% pteridofitas, 1% gimnospermas), lo que la ubica como la sexta con mayor riqueza de especies vegetales en México (Bonilla-Barbosa y Villaseñor 2003, 2006).

La biodiversidad de morelense es de gran valor para su población, ya que provee servicios ecosistémicos como la regulación del clima, reducción de gases de efecto invernadero, captación, almacenamiento y retención de agua, control de erosión, formación del suelo, polinización, control de plagas (véase *Servicios ecosistémicos* en esta obra). Asimismo, es fuente de recreo y de bienes culturales, provee bienes para su uso directo como alimento, medicinas, insumos, entre otros que benefician a gran parte de la población rural del estado (Oswald-Spring 2015).

Sin embargo, a pesar de la importancia económica y social que tiene la biodiversidad para el estado y su población, existen serias amenazas que ponen en riesgo su conservación, derivadas principalmente de la destrucción y alteración de la calidad y cantidad de hábitat (Delibes de Castro 2011). Se estima que 39 especies de plantas en Morelos se encuentran en alguna categoría de riesgo, de las cuales tres son endémicas para el estado (sds 2013). De los vertebrados, siete especies de anfibios están en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT 2010), al igual que 10 especies de reptiles, nueve de aves y 23 de mamíferos (sds 2013).

Algunas de las principales acciones que están causando estas afectaciones, son las derivadas del desarrollo no planificado de distintos megaproyectos. Las afectaciones a la biodiversidad varían de acuerdo con el tipo de desarrollo.

Autopista Siglo XXI

La construcción de proyectos viales se considera como un tipo de obra que acarrea beneficios sociales y económicos, al mejorar la calidad de vida de los habitantes de una región (Vogel 1999).

En Morelos se realizó la construcción de la autopista Siglo XXI a lo largo de 62 km, como parte de una red carretera para comunicar el Pacífico con el golfo de México. Las autoridades estatales, principales impulsoras de este proyecto, invirtieron casi 2 mil millones de pesos para este proyecto en el estado (SCT 2017). Aunque estos números parecen alentadores, la construcción de carreteras tiene diversos efectos ambientales negativos entre los que destaca la fragmentación de espacios naturales.

Ibisch y colaboradores (2016) identificaron que los caminos han cortado los ecosistemas del planeta en cerca de 600 mil pedazos, donde la mitad de ellos tiene menos de 1 km². Esta red de caminos tiene consecuencias negativas para los ecosistemas, ya que promueve la extracción ilegal de recursos, facilita la dispersión de especies invasoras, impide la movilidad de organismos, disminuye las poblaciones silvestres, altera el ciclo hidrológico, produce contaminación del agua y del suelo, y facilita el cambio de uso del suelo por procesos como la agricultura, ganadería y la urbanización que se ven alentados por la nueva accesibilidad (Arroyave *et al.* 2006, Ibisch *et al.* 2016).

La construcción de la carretera Siglo XXI, además de remover directamente tramos de selva baja caducifolia (figura 1) que es uno de los ecosistemas más amenazados del país (Osorio-Beristain 2012), representa una barrera física para la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, al sur del estado. Lo anterior se debe a que impide la movilidad de organismos, al limitar su capacidad de dispersión y colonización, con la consecuente creación de metapoblaciones al aislar a poblaciones más grandes, que tendrán una mayor susceptibilidad a la extinción (Primack 1998, Arroyave *et al.* 2006).

Gasoducto y termoeléctricas en Huexca

Para cubrir los requerimientos energéticos derivados del crecimiento económico del país, el Proyecto Integral Morelos está construyendo un costoso megaproyecto, concesionado a tres empresas transnacionales. Éste



Figura 1. Vista aérea de la carretera Siglo XXI, en donde se aprecia la magnitud de la obra de ampliación en términos de superficie de selva baja caducifolia. Foto: Xavier López Medellín.

incluye dos centrales termoeléctricas de ciclo combinado (uso de turbinas movidas por gas y vapor de agua para producir electricidad), un gasoducto de 150 km y un acueducto de 20 pulgadas de diámetro y 20 km de longitud que conectaría Cuautla y Huexca en el municipio de Yecapixtla (CFE 2017).

La operación de las centrales termoeléctricas (figura 2), implicará el uso de grandes cantidades de agua para sus sistemas de enfriamiento, por lo que se extraerán cerca de 300 l de agua por segundo de manantiales de la región, y limitará la cantidad disponible para los ecosistemas y asentamientos humanos (Rosemberg *et al.* 1997).

Después de usarla, el agua se descargará a temperaturas superiores a las del medio ambiente, y muy probablemente modificará los ecosistemas y la biota del lugar con altos costos para su recuperación (Cárcamo *et al.* 2011). Por otro lado, aumentarán las emisiones de dióxido de carbono *per cápita*, lo que contribuirá al cambio climático y amenazará la salud humana y de los ecosistemas (Cárcamo *et al.* 2011).

También se planea construir un gasoducto que conecte una refinería en la localidad de la Magdalena Soltepec en Tlaxcala, con Huexca (CFE 2017). Dicho gasoducto

tendrá un diámetro de 30 pulgadas y se extenderá a lo largo de 150 km, por debajo de 60 comunidades rurales de los estados de Tlaxcala, Puebla y Morelos (CFE 2017).

La construcción de este tipo de infraestructuras fragmenta los ecosistemas, y ocasiona efectos de borde que cambiarían el microclima y aumentarían la mortalidad de árboles, lo que conllevaría a su vez, a una disminución en el número de especies (Laurence *et al.* 2011). En este sentido, otros estudios demuestran que dichas construcciones modifican la riqueza de especies de mamíferos, al abrir áreas que ofrecen microhábitats favorables para el establecimiento de especies generalistas (Pacheco *et al.* 2013, Salas *et al.* 2013).

Este ambicioso megaproyecto, implica riesgos ambientales, sociales e incluso de desastres para la región, ya que según el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Centro Nacional de Prevención de Desastres, su construcción está proyectada para abrirse paso por la ladera sur del volcán Popocatepetl, que es el área de mayor riesgo por flujos de materiales volcánicos y en donde podrían ocurrir derrumbes gigantes en caso de erupción (Instituto de Geofísica-UNAM 2017).



Figura 2. Vista aérea de una de las centrales termoeléctricas en Huexca. Foto: Xavier López Medellín.

Industria minera

La actividad minera en el estado se practicó desde los primeros años de la época colonial en el siglo XVI y hasta esta segunda década del siglo XXI (Tovar-Sánchez *et al.* 2012). Aunque en el pasado la minería de metales fue muy importante, principalmente en la zona sur, en la actualidad los derivados no metálicos son la principal forma de minería (INEGI 2015).

La minería de metales se concentra en la extracción de oro, plata, cobre y plomo, que en conjunto representan 4% de los ingresos totales en el estado (SGM *et al.* 2013). Por su parte, la minería de los derivados no metálicos incluye agregados pétreos, arcillas, arena, caliza, grava y yeso, y representa el grueso de los ingresos con 96% (SGM *et al.* 2013).

Se calcula que hasta 2016 más de 130 mil hectáreas estaban concesionadas a la industria minera, lo cual representa 26% de la superficie del estado. Estas concesiones se reparten en 69 títulos en seis zonas mineras (Tilzapotla-Jojutla, Tilzapotla, Yautepec, Cuernavaca, Tlayca, Tehuixtla-Tequesquitengo); una región (Cautla-Tilzapotla); y un distrito (Huatla; SGM y SE 2016).

La producción de minerales no metálicos se concentra en los municipios de Jiutepec, Emiliano Zapata, Yautepec, Tilzapotla, Axochiapan, Cautla, Cuernavaca,

Tepetzingo, Xochitepec, Tequesquitengo y Coaxintlán (INEGI 2015). Fundamentalmente, se extrae caliza, mármol, tezontle y roca basáltica; todos éstos utilizados como materia prima para las plantas calcificadoras de cemento, yeso y cal (SGM y SE 2016).

El desarrollo de la actividad minera implica la deforestación de amplias zonas, la pérdida del hábitat, así como la imposibilidad de que las comunidades locales puedan utilizar estas áreas u otras aledañas para sus actividades (Cuvi 2013).

La minería de derivados no metálicos (principalmente arena y grava, figura 3), causa importantes impactos en el hábitat y en la biodiversidad, como: 1) genera contaminación auditiva al usar explosivos, lo cual ahuyenta a la fauna local; y 2) emite grandes cantidades de polvo y otros materiales tóxicos, que a menudo se depositan en la vegetación, que puede interferir con la fotosíntesis y con el intercambio gaseoso (Armendáriz 2016, Bastidas-Orrego *et al.* 2016).

Pero quizás el efecto más nocivo sea el arrastre de grandes cantidades de materiales pétreos a los cuerpos de agua, así como a ríos con flujo permanente o estacional. Estos materiales se depositan en el fondo y alteran las corrientes y el flujo natural, al generar bancos de sedimento, mismos que impiden el establecimiento de la vegetación acuática y ribereña (Bridge 2004). A su



Figura 3. Aspecto de una mina de arena en donde se observa la afectación que tiene este tipo de explotaciones sobre la vegetación. Foto: Belinda Maldonado Almanza

vez esto puede inhibir la proliferación de invertebrados acuáticos, indispensables para alimentar a diversas especies de peces nativos. Además, estos sedimentos pueden destruir importantes zonas de refugio y desove de numerosas especies acuáticas (Mingist y Gebremedhin 2016).

Se estima que la minería de metálicos es responsable de 70% de las emisiones tóxicas, principalmente por plomo, ácido sulfhídrico, cadmio, cromo, níquel, manganeso y cianuro (Toledo *et al.* 2014). Algunos de sus efectos nocivos en el ambiente son filtraciones, generación de lixiviados tóxicos y movimientos aéreos; los cuales contaminan el aire, el suelo y los sedimentos, en donde ocasionan numerosos problemas de salud derivados de la exposición directa o por la contaminación de los mantos freáticos (Tovar-Sánchez *et al.* 2012).

Se calcula que en los alrededores de Huautla se concentran más de 780 mil toneladas de desechos, la mayoría con altas concentraciones en plomo, manganeso y cadmio, los cuales son altamente tóxicos aún en bajas concentraciones (Mussali-Galante *et al.* 2013). Investigaciones en este sitio, revelaron que el agua que beben sus habitantes está contaminada con arsénico, cuya concentración excede 24 veces la permitida por las

normas internacionales y 2.5 veces las normas nacionales (Tovar-Sánchez *et al.* 2016).

Se demostró que el arsénico entra al torrente sanguíneo y sus concentraciones en sangre están altamente correlacionadas con la incidencia de enfermedades renales en la zona sur del estado (Tovar-Sánchez *et al.* 2016).

Las consecuencias de la actividad minera en la salud humana están relativamente bien documentadas, ya que se han asociado al desencadenamiento de procesos cancerosos, mutaciones y alteraciones de los procesos genéticos, aberraciones genéticas, daños en la estructura genética del ácido desoxirribonucleico (ADN) y problemas en la síntesis de proteínas (Mussali-Galante *et al.* 2012, 2014). Sin embargo, está muy poco estudiado lo que sucede en los ecosistemas y en los elementos que los conforman.

Algunas investigaciones revelan que los agentes tóxicos producto de la minería pasan a través de la red trófica. Se tienen diversas especies de plantas que acumulan metales pesados en sus raíces y en sus estructuras vegetativas (tallos y hojas). Estos compuestos se encuentran biodisponibles para consumidores primarios, secundarios y terciarios (Espinosa-Reyes *et al.* 2014).

Tal circunstancia tiene importantes consecuencias para la salud de los ecosistemas y para las diversas especies que lo conforman, ya que la exposición prolongada a estos agentes tóxicos puede, al igual que con los humanos, generar enfermedades o incluso la muerte en gran cantidad de individuos.

En este sentido, Tovar-Sánchez y colaboradores (2012) analizaron la concentración de metales en los tejidos y el nivel de daño en el ADN de dos especies de ratones de meseta (*Peromyscus melanophrys*) y pigmeos sureños (*Baiomys musculus*) en la Sierra de Huautla. Encontraron que la concentración de zinc, níquel, hierro y manganeso fueron estadísticamente más altas en los tejidos de individuos expuestos a los contaminantes, así como un nivel significativo de daño en el ADN, sobre todo en las hembras.

Los roedores son parte de la dieta de numerosas especies de serpientes, aves rapaces y de algunos mamíferos de tallas medianas, de esta manera los compuestos tóxicos se transmiten en la cadena trófica. Por lo anterior se puede concluir que la actividad minera es altamente pernicioso para la salud humana y para los ecosistemas, ya que sus efectos son permanentes y de largo plazo (Toledo *et al.* 2014).

Los pretendidos beneficios no justifican los grandes costos ambientales que entraña esta actividad. Por ejemplo, los empleos que se generan por esta industria apenas representan 0.45% de la población económicamente activa del estado (SGM *et al.* 2013). Generalmente, se trata de empleos precarios y con grandes riesgos a la salud de los trabajadores.

La inversión que se promociona no guarda proporción con las ganancias que genera. Asimismo, la existencia de un marco normativo que permite la existencia de cuotas simbólicas por las concesiones, exención en el pago de impuestos y privilegios en el acceso al agua, no hace más que mostrar las prioridades de un modelo que privilegia el desarrollo de la actividad minera en detrimento de la salud humana, de los ecosistemas y de sus elementos (Delgado 2012).

Cabe resaltar la necesidad de realizar mas investigación sobre las consecuencias de la minería en los ecosistemas, así como en grupos de organismos (plantas, animales, hongos, líquenes) en particular, pero no se necesita más que un poco de sentido común para reconocer que se puede renunciar a esta industria en aras de mantener la sostenibilidad y la conservación de la biodiversidad.

Construcción de desarrollos habitacionales

Se estima que, 83.9% de la población de Morelos en 2010 vivía en zonas urbanas, aunque es muy probable que esta cifra se haya modificado de forma ascendente para 2017 (Islas *et al.* 2011). Esto implica que año con año se incrementa la demanda de vivienda y los servicios urbanos aparejados con desarrollos inmobiliarios (figura 4). Se calcula que de 2016 a 2017 la edificación de viviendas en el estado tuvo un incremento de 171% (INEGI 2017).

Las consecuencias para la biodiversidad derivadas de la urbanización están estrechamente relacionadas con el cambio de uso del suelo, que en última instancia se traduce en deforestación, alteración de los hábitats, dispersión y aislamiento de poblaciones de animales y plantas.

En diferentes estudios se demuestra que la urbanización conlleva un declive de la diversidad biológica (McKinney 2002, 2006, Cane *et al.* 2006, Paucharda *et al.* 2006, Ahrné *et al.* 2009). Esto es relativamente claro en especies muy sensibles como los anfibios y algunas aves (McKinney 2008). Sin embargo, hacen falta estudios puntuales que puedan aportar evidencias acerca de los efectos de la urbanización en la biodiversidad.



Figura 4. Vista aérea de un paisaje en Morelos, en el que un desarrollo inmobiliario residencial sustituyó a la vegetación original. Foto: Xavier López Medellín.

Conclusiones y recomendaciones

En el desarrollo de estos megaproyectos, normalmente dominan las perspectivas económicas y de ingeniería, donde las restricciones y oportunidades que se toman en cuenta no incluyen consideraciones ecológicas ni socioculturales. Esto resulta en una serie de ejemplos desafortunados, en los que el llamado desarrollo consume los recursos naturales de la región, y deja a sus habitantes y ecosistemas en condiciones deplorables (Rosemberg *et al.* 1997, Wagner 2013).

La toma de decisiones sobre el desarrollo económico y la conservación ambiental ya no pueden ser planeadas de manera separada y aislada, como se ha efectuado desde la década de los setenta. Una sociedad sustentable será aquella en que los recursos y el ambiente se usen y manejen no sólo para cubrir sus necesidades actuales, sino para permitir su uso en el futuro (Sitas *et al.* 2014).

Para que la planeación ambiental sea efectiva y sustentable, debe dejar de ser un ejercicio con el fin de aumentar la aceptación social y limitar los impactos negativos una vez realizados los megaproyectos, o bien como un ejercicio ilustrativo de los efectos que tienen los mismos. Es necesario aprender de los errores del pasado, atender las metas, el interés público, los actores y los procesos que han distinguido la planeación de estos proyectos en las últimas décadas (Slocombe 1993).

Hace falta un trabajo orquestado de los distintos sectores académico, ambiental, sociedad civil y privado, entre otros, para tomar en cuenta los factores ecológicos, sociales, económicos e industriales, en la realización detallada de un análisis de las complejas relaciones entre los sistemas ecológicos, las necesidades y las actividades económicas, así como las necesidades sociales y culturales.

El problema no son los megaproyectos por sí mismos, sino su desarrollo sin planeación integral y sobre todo la inequitativa distribución de los beneficios y los costos socio económicos y ambientales.

Aún hay mucho camino por recorrer y mucho trabajo por hacer, sin embargo, se considera que aún es tiempo de sumar esfuerzos, educar y empoderar a la sociedad, para posibilitar la negociación entre los distintos sectores sobre el futuro de la sociedad y la biodiversidad de Morelos.

Referencias

- Ahrné, K., J. Bengtsson y T. Elmqvist. 2009. Bumble bees (*Bombus spp.*) along a gradient of increasing urbanization. *PLoS ONE* 4(5): e5574.
- Armendáriz, E.J. 2016. *Áreas naturales protegidas y minería en México: perspectivas y recomendaciones*. Tesis de doctorado en el uso, manejo y preservación de los recursos naturales. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., Baja California Sur.
- Arroyave, M.P., C. Gómez, M.E. Gutiérrez *et al.* 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista de la Escuela de Ingeniería de Antioquía* 5:45-57.
- Bastidas-Orrego, L., B. Ramírez-Valverde, A. Cesín-Vargas *et al.* 2016. Las comunidades indígenas y su relación con la industria minera. *Ambiente y Sostenibilidad* (6):80-96.
- Bonilla-Barbosa, J.R. y J.L. Villaseñor. 2003. Catálogo de la flora del estado de Morelos. Centro de Investigaciones Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- . 2006. Tipos de vegetación en el estado de Morelos. En: *Atlas municipal del estado de Morelos*. UAEM/Instituto de Geografía Tropical de La Habana/Ed. Praxis, pp. 127-140.
- Bridge, G. 2004. Contested terrain: mining and the environment. *Annual Review of Environment and Resources* 29:205-59.
- Cane, J., R. Minckley, L. Kervin *et al.* 2006. Complex responses within a desert bee guild (Hymenoptera: Apiformes) to urban habitat fragmentation. *Ecological applications* 16(2):632-644.
- Cárcamo, P.F., M. Cortés, L. Ortega *et al.* 2011. Crónica de un conflicto anunciado: Tres centrales termoeléctricas a carbón en un hot-spot de biodiversidad de importancia mundial. *Revista Chilena de Historia Natural* 84:171-180.
- CFE. Comisión Federal de Electricidad. 2017. *Proyecto integral Morelos CCC centro y gasoducto Tlaxcala-Puebla-Morelos*. Dirección de Proyectos de Inversión Financiada, Subdirección de Desarrollo de Proyectos. En: <<http://em.fis.unam.mx/public/mochan/blog/20110803proyectoMorelos.pdf>>, última consulta 1 de septiembre de 2017.
- Contreras-MacBeath, T., F. Jaramillo-Monroy y J.C. Boyás-Delgado. 2006. *La diversidad biológica en Morelos: estudio del estado*. CONABIO/UAEM, México.
- Cuvi, N. 2013. Minería, ambiente y movimientos sociales (Editorial). *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* 14:1-4.
- Delgado, G.C. 2012. Costos ecológicos de la minería aurífera a cielo abierto y resistencia social: una lectura desde el proyecto Caballo Blanco en México. *Intersecciones en Antropología* 14:279-294.
- Delibes de Castro, G. 2011. Sistema tierra, biodiversidad y calidad de vida. *Revista de la Real Academia de Ciencias* 66:127-135.

- Escalante, P., A.G. Navarro y A.T. Peterson. 1993. A geographical, ecological and historical analysis of land bird diversity in Mexico. En: *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye y A. Lot (eds.). Instituto de Biología-UNAM, México, pp. 281-307.
- Espinosa-Reyes, G., D. González-Mille, C. Ilizaliturri-Hernández et al. 2014. Effect of mining activities in biotic communities of Villa de la Paz, San Luis Potosí, Mexico. *BioMedResearch International* 165046:1-13.
- Flores, V. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. UNAM, México.
- Flores-Solis, J.C. y S. César-Vargas. 2015. *La defensa de los pueblos del Popocatepetl ante el despojo del Proyecto Integral Morelos*. Territorios en disputa, 303.
- Flyvberg, B. 2005. Machiavellian megaprojects. *Antipode* 37:18-22.
- Gómez, A., L. Wagner, B. Torres et al. 2014. Resistencias sociales en contra de los megaproyectos hídricos en América Latina. *Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe* 97:75-96.
- Ibisch, P.L., M.T. Hoffmann, S. Kreft et al. 2016. A global map of roadless areas and their conservation status. *Science* 354(6318):1423-1427.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. Anuario estadístico y geográfico de Morelos 2015. INEGI, México.
- . 2017. *Encuesta Nacional de Empresas Constructoras*. En: <<http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=10563>>, última consulta 20 de julio de 2017.
- Instituto de Geofísica-UNAM. Instituto de Geofísica-Universidad Nacional Autónoma de México. 2017. *Mapa de peligros del Volcán Popocatepetl*. En: <http://www.geofisica.unam.mx/unid_apoyo/editorial/publicaciones/divulgacion/mapas/imagenes/MapaPopoDef.png>, última consulta 1 de septiembre de 2017.
- Islas, V., E. Moctezuma, S. Hernández et al. 2011. *Urbanización y motorización en México*. Instituto Mexicano del Transporte-SCT, México.
- Laurence, W.F., J.L.C. Camargo, R.C.C. Luizão et al. 2011. The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. *Biological Conservation* 144:56-67.
- McKinney, M.L. 2002. Urbanization, Biodiversity and conservation. *BioScience* 52:883-890.
- . 2006. Urbanization as a major cause of biotichomogenization. *Biological Conservation* 127:247-260.
- . 2008. Effects of urbanization on species richness—a review of plants and animals. *Urban Ecosystems* 11:161-176.
- Mingist, M. y S. Gebremedhin. 2016. Could sand mining be a major threat for the declining endemic *Labeobarbus* species of Lake Tana, Ethiopia? *Singapore Journal of Tropical Geography* 37:195–208.
- Mussali-Galante, P., E. Tovar-Sánchez, M. Valverde et al. 2012. Evidence of population genetic effects in *Peromyscus melanophrys* chronically exposed to mine tailings in Morelos, Mexico. *Environmental Science Pollution Research* DOI 10.1007/s11356-012-1263-8.
- Mussali-Galante, P., E. Tovar-Sánchez, M. Valverde y E. Rojas del Castillo. 2013. Biomarkers of exposure for assessing environmental metal pollution: from molecules to ecosystems. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 29(1):117-140.
- . 2014. Genetic structure and diversity of animal populations exposed to metal pollution. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 227:79-106.
- Navarro, S.A. y H. Benítez. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. *Revista Ciencias* 7:45-54.
- Osorio-Beristain, M. 2012. Origen, evolución y ecología de la selva seca. *Inventio* 16:61-69.
- Oswald-Spring, U. 2015. La doble vulnerabilidad en la migración inducida en Morelos. En: *20 Encuentro nacional sobre desarrollo regional en México*. AMECIDER/Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, México.
- Pacheco, V., E. Salas, C. Barriga y E. Rengifo. 2013. Diversidad de pequeños mamíferos en bosques montanos perturbados y no perturbados en el área de influencia del gasoducto de PERU LNG, Cuenca del Río Apurimac, Ayacucho, Perú. En: *Monitoreo de biodiversidad de un megaproyecto transandino*. A. Alfonso, F. Dallmeieri G. Servat (eds.) Smithsonian Institution Scholarly Press, Washington, pp. 305-316.
- Parnreiter, C. 2002. *Ciudad de México: el camino hacia una ciudad global*. En: <<http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612002008500006>>, última consulta 1 de septiembre 2017.
- . 2005. Tendencias de desarrollo en las metrópolis latinoamericanas en la era de la globalización: los casos de Ciudad de México y Santiago de Chile. *Revista Eure* 31(92):5-28.
- Paucharda, A., M. Aguayob, E. Peña y R. Urrutia. 2006. Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: the case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). *Biological Conservation* 127: 272-281.
- Primack, R. 1998. *Essentials of conservation biology*. Sinauer, Estados Unidos de América.
- Quintana, R.D. 2014. Actores sociales rurales y la nación mexicana frente a los megaproyectos mineros. *Revista Problemas del Desarrollo* 179(45):159-180.
- Rodríguez-Wallenius, C. 2015. Acciones comunitarias contra megaproyectos en México. *Revista Geonordeste* 26(1):173-196.
- Rosemberg, D.M., F. Berkes, R.A. Bodaly et al. 1997. Large-scale impacts of hydroelectric development. *Environmental Review* 5:27-54.

- Salas, E., C. Barriga, E. Rengifo y V. Pacheco. 2013. Evaluación del impacto del gasoducto de PERU LNG en las poblaciones de roedores Sigmodontinos en un bosque montano de Ayacucho, Perú. En: *Monitoreo de biodiversidad de un megaproyecto transandino*. A. Alfonso, F. Dallmeieri G. Servat (eds.). Smithsonian Institution Scholarly Press, Washington, pp. 317-326.
- SCT. Secretaría de Comunicaciones y Transporte. 2017. *Comunicado*. En: <<https://www.gob.mx/sct/prensa/construye-sct-obras-de-infraestructura-en-morelos-para-mejorar-la-conectividad-del-centro-y-sur-del-pais-ruiz-esparza>>, última consulta: septiembre de 2017.
- SDS. Secretaría de Desarrollo Sustentable. 2013. *Programa de ordenamiento ecológico regional del estado de Morelos*. SDS/UAEM. En: <http://obum.zmcuernavaca.morelos.gob.mx/MORELOS/OET/POEREM_CHARACTERIZACION.pdf>, última consulta 11 de septiembre de 2017.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- SGM y SE. Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Economía. 2016. *Panorama minero del estado de Morelos*. En: <<http://www.sgm.gob.mx/pdfs/MORELOS.pdf>>, última consulta 1 de septiembre de 2017.
- SGM, SE y CGM. Servicio Geológico Mexicano, Secretaría de Economía y Coordinación General de Minería. 2013. *Anuario estadístico de la minería mexicana 2012. Edición 2013*. En: <http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/O_Anuario_2012_Edicion%202013.pdf>, última consulta: 1 de septiembre de 2017.
- Sitas, N., H.E. Prozesky, K.J. Esler y B. Reyers. 2014. Opportunities and challenges for mainstreaming ecosystem services in development planning: perspectives from a landscape level. *Landscape Ecology* 29:1315-1331.
- Slocombe, S. 1993. Environmental planning, ecosystem science, and ecosystem approaches for integrating environment and development. *Environmental Management* 17(3):289-303.
- Toledo, V.M., D. Garrido y N. Barrera-Basols. 2014. Conflictos socioambientales, resistencias ciudadanas y violencia neoliberal en México. *Ecología Política Cuadernos de Debate Internacional* 46(41):115-124.
- Tovar-Sánchez, E., L.T. Cervantes, C. Martínez et al. 2012. Comparison of two wild rodent species as sentinels of environmental contamination by mine tailings. *Environmental Science Pollution Research* 19:1677-1686.
- Tovar-Sánchez, E., P. Mussali-Galante, M. Martínez-Pacheco et al. 2016. Relationship between genotoxic damage and arsenic blood concentrations in individuals residing in an arsenic contaminated area in Morelos, Mexico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 32(1):101-117.
- Valenzuela, A. 2013. Dispositivos de la globalización: la construcción de grandes proyectos urbanos en Ciudad de México. *EURE* 39(116):101-118.
- Vogel, J.H. 1999. No abrir nuevas carreteras: una directriz práctica para aliviar la pérdida de biodiversidad en la Amazonía. En: *La economía ecológica: una nueva mirada a la economía humana*. T. Ricardi (ed.). CESU/UMSS/UNESCO, Plural editores, Bolivia, pp. 443-461.
- Wagner, L.S. 2013. Defendiendo la biodiversidad: resistencia a megaproyectos en América Latina. *Ecología Política* 46:80-84.

Diagnóstico estatal de sanidad forestal

Amílcar Marín Ramírez, Carlos González Flores, Pedro Morales Ramón, Misael Juárez Ayehualtencatl, Armando Burgos Solorio, Adelmo David Caffagni Portillo, Javier Martínez Silvestre, Isidro Villegas Pérez, José Amaro Nava, María del Pilar Ayala García y Fernando Valdez Calderón

Introducción

Este trabajo se realizó y validó por el Comité Técnico de Sanidad Forestal Estatal, en éste se presentan los antecedentes de las afectaciones por plagas y enfermedades, las acciones realizadas en años anteriores en materia de prevención y control de éstas, identificación de áreas donde se debe poner puntual atención, así como el planeamiento de diferentes estrategias y acciones a realizar.

Dicha información se soporta con datos recabados por el programa de sanidad forestal de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS) del Gobierno del Estado de Morelos, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), el sector profesional forestal del Consejo Forestal Estatal, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

Con este texto se pretende dar un panorama específico de los problemas fitosanitarios en superficies forestales del estado, así como diferentes líneas de acción y estrategias para su prevención, detección y control.

Recursos forestales

Conforme a los datos del Inventario estatal forestal y de suelos de Morelos 2013 (CONAFOR y SEMARNAT 2014), se consideran cinco formaciones forestales principales (figura 1, cuadro 1); otras asociaciones, que incluyen especies de la familia *Arecaceae*, palmar natural y vegetación inducida de palmar; zonas áridas con una estructura que es 100% vegetación primaria, por lo que se trata de zonas poco alteradas; y finalmente otras áreas forestales,

conformadas por popal, tular, vegetación halófila hidrófila, pastizal natural, pastizal halófilo, pastizal gypsófilo, pradera de alta montaña, vegetación halófila xerófila y vegetación gypsófila, de las cuales la totalidad de sus superficies corresponden a vegetación primaria.

Por su parte, las áreas no forestales están compuestas por las siguientes categorías: desprovisto de vegetación aparente, agricultura de temporal, pastizal inducido, zona urbana y cuerpo de agua. Cuentan con una extensión 279 841.2 ha y representan 57.6% de la superficie total de la entidad.

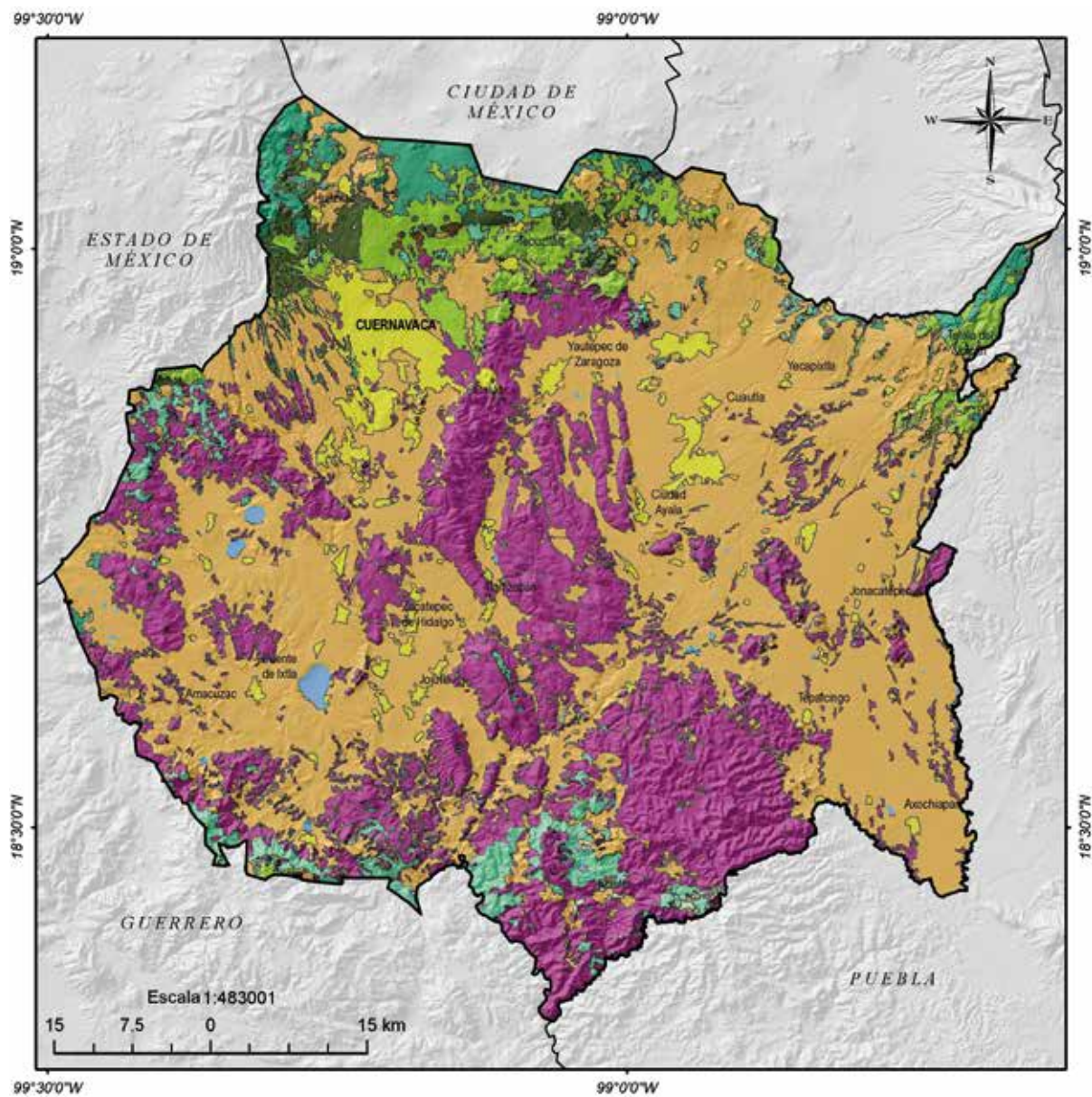
Entre los usos de las áreas no forestales del estado, destaca la agricultura, que ocupa 37.5% de la superficie estatal. En este contexto hay que destacar que en la entidad se observa una intensa dinámica de uso del suelo para el establecimiento de cultivos como el nopal de verdura, cultivos cíclicos de alto valor como el jitomate y frutales como el aguacate, peras, ciruelas, entre otros.

Cuadro 1. Superficie ocupada por los diferentes tipos de formaciones forestales en Morelos.

Formación forestal	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Áreas no forestales	279 841.20	57.59
Selva baja caducifolia	138 119.30	28.42
Bosque de coníferas y latifoliadas	27 857.70	5.73
Latifoliadas	19 013.70	3.91
Bosque de coníferas	12 610.50	2.60
Bosque mesófilo	7 727.20	1.59
Otras asociaciones	412.80	0.08
Zonas áridas	324.30	0.07
Otras áreas forestales	34.80	0.01
Superficie total estatal	485 941.50	100.00

Fuente: elaboración propia con datos de CONAFOR y SEMARNAT 2014.

Marín Ramírez, A., C. González Flores, P. Morales Ramón, M. Juárez Ayehualtencatl, A. Burgos Solorio, A.D. Caffagni Portillo, J. Martínez Silvestre, I. Villegas Pérez, J. Amaro Nava, M.P. Ayala García y F. Valdez Calderón. 2020. Diagnóstico estatal de sanidad forestal. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III.* CONABIO, México, pp. 170-181.



SIMBOLOGÍA

<p>Limites administrativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Morelos Limites estatales Principales áreas urbanas por región ecológica 	<p>Rasgos hidrológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuerpo de agua 	<p>Formaciones forestales</p> <ul style="list-style-type: none"> Áreas no forestales Asentamientos humanos Bosque mesófilo Coníferas Coníferas y latifoliadas Latifoliadas Otras asociaciones Otras áreas forestales Selvas bajas Zonas áridas
--	--	--

Figura 1. Formaciones forestales en Morelos. Fuente: elaboración propia con datos de CONAFOR y SEMARNAT 2014.

Plagas y enfermedades forestales

Se considera como plaga y enfermedad forestal a cualquier especie, raza o agente patógeno dañino que ponga en riesgo los recursos forestales, el medio ambiente, los ecosistemas o sus componentes (SEMARNAT 2003). Principalmente, pueden ser insectos o patógenos que ocasionan daños de tipo mecánico o fisiológico a los árboles, como deformaciones, disminución del crecimiento, debilitamiento o incluso la muerte, con un impacto ecológico, económico y social muy importante.

En México, se tiene registro de más de 200 especies de insectos y patógenos que pueden causar daños en los ecosistemas forestales con afectaciones a su biodiversidad y los servicios ambientales que proporcionan (CONAFOR y SEMARNAT 2007).

Las plagas y enfermedades forestales tienen un comportamiento cíclico relacionado con la variabilidad climática que afecta la dinámica poblacional de los insectos y la virulencia de las enfermedades forestales. Como resultado del cambio climático global, dichos ciclos se han acortado, y consecuentemente las poblaciones de plagas han tendido a incrementarse, lo cual ha aumentado los efectos que se registran sobre los ecosistemas forestales.

Otro factor que incide en la presencia de plagas y enfermedades es la ocurrencia de incendios forestales, ya que entre mayor sea la intensidad y frecuencia con que se presentan, se expone a la vegetación forestal a un estrés que promueve su debilitamiento, y propicia las condiciones óptimas para que se presenten diversas plagas y enfermedades.

Asimismo, es importante considerar la salud de los ecosistemas forestales. En este sentido, ésta se afecta por diferentes actividades antropogénicas que generan presión y degradación de los recursos forestales.

Entre estas acciones destacan la extracción ilegal de recursos forestales maderables y no maderables, el oco-teo, la tala clandestina, las actividades agrícolas dentro de áreas forestales con la consecuente ampliación gradual de su frontera, y en general, la falta de manejo de los recursos forestales con un enfoque sustentable, donde se incluya la prevención, monitoreo y control adecuado de plagas y enfermedades.

Actualmente, en Morelos las principales plagas son insectos descortezadores y diversas especies de muérdago. Los descortezadores son un grupo de insectos

de gran importancia, lo cual se debe a que los daños causados a las masas forestales pueden ser desde un pequeño grupo de árboles, hasta cientos o miles. Son organismos que se desarrollan debajo de la corteza de los árboles, los debilitan e incluso pueden provocar su muerte.

El muérdago es en realidad un grupo de especies de plantas hemiparásitas (pueden elaborar parte de sus alimentos de manera autótrofa y sobrevivir fuera del hospedero como saprófito alimentándose de materia orgánica en descomposición), que se extienden sobre árboles y arbustos para obtener de ellos agua y sales minerales, ya que son incapaces de absorberlas directamente del suelo. De esta forma, toman los recursos que requieren, en perjuicio del árbol que parasitan, y provocan la reducción del crecimiento de sus hospederos y su debilitamiento, lo que puede ocasionar infestaciones severas y hasta su muerte.

El muérdago tiene mayor presencia en la zona norte del estado, principalmente en los bosques de pino-encino, pero también en la zona sur, en especies forestales de selva baja caducifolia.

En el estado, el promedio de la superficie afectada por plagas y enfermedades en el periodo entre 1991 y 2016 fueron 342.70 ha/año (figura 2), y los principales agentes causales fueron insectos descortezadores y diferentes especies de muérdago; en 2004 se registró la mayor afectación con 2 032 ha (Gerencia Estatal en Morelos-CONAFOR 2016). En el cuadro 2 y la figura 3 se incluye información sobre superficie que recibió tratamiento fitosanitario en ecosistemas forestales, por tipo de plagas, para el periodo 2012-2016.

A través de un análisis de las notificaciones de tratamiento fitosanitario expedidas por la SEMARNAT del periodo 2012-2016, se determinó que los agentes causales de plagas forestales fueron los insectos descortezadores del género *Dendroctonus* y especies vegetales epífitas o parásitas de los géneros *Phoradendron* y *Psittacanthus*. Éstos afectaron principalmente las formaciones forestales de coníferas, coníferas y latifoliadas, latifoliadas y bosque mesófilo, y se presentaron en algunos casos en áreas de frontera agropecuaria-forestal.

La presencia de dichos agentes se detectó en los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Tepoztlán, Tlalnepantla, Totolapan y Tetela del Volcán, pero no se encontró registro de aviso y notificación para realizar tratamiento fitosanitario al arbolado por causa de enfermedades.

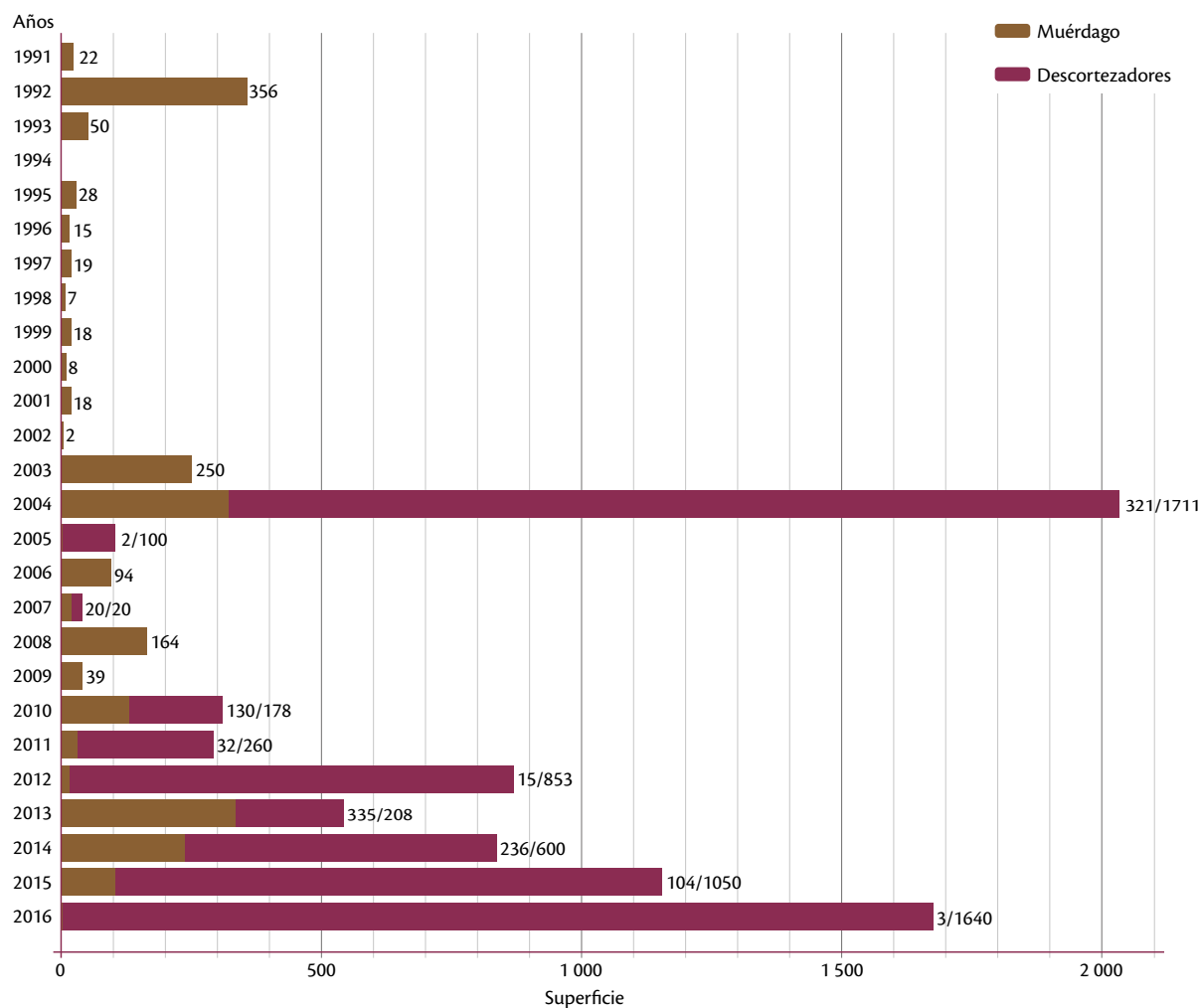


Figura 2. Superficie afectada por plagas y enfermedades forestales en Morelos durante el periodo 1991-2016. Fuente: elaboración propia con datos de Gerencia Estatal en Morelos-CONAFOR 2016.

Cuadro 2. Afectación por tipo de plagas en los bosques de Morelos en el periodo 2012-2016.

Año	Agente causal	Número de notificaciones	Superficie tratada (ha)	Volumen afectado (m ³)
2012	Insectos descortezadores	11	21.95	1 289.250
	Muérdago	3	496.50	ND
	Subtotal	14	518.45	1 289.250
2013	Insectos descortezadores	27	326.12	13 142.380
	Muérdago	2	207.65	ND
	Subtotal	29	533.77	13 142.380
2014	Insectos descortezadores	18	120.21	3 989.010
	Muérdago	1	300.00	ND
	Subtotal	19	420.21	3 989.010
2015	Insectos descortezadores	8	70.07	2 753.264
	Subtotal	8	70.07	2 753.264
2016	Insectos descortezadores	2	3.37	109.386
	Muérdago	3	740.14	ND
	Subtotal	5	743.51	109.386
Total		75	2 286.01	21 283.290

ND: no determinado. Fuente: elaboración propia con datos de SEMARNAT 2016.

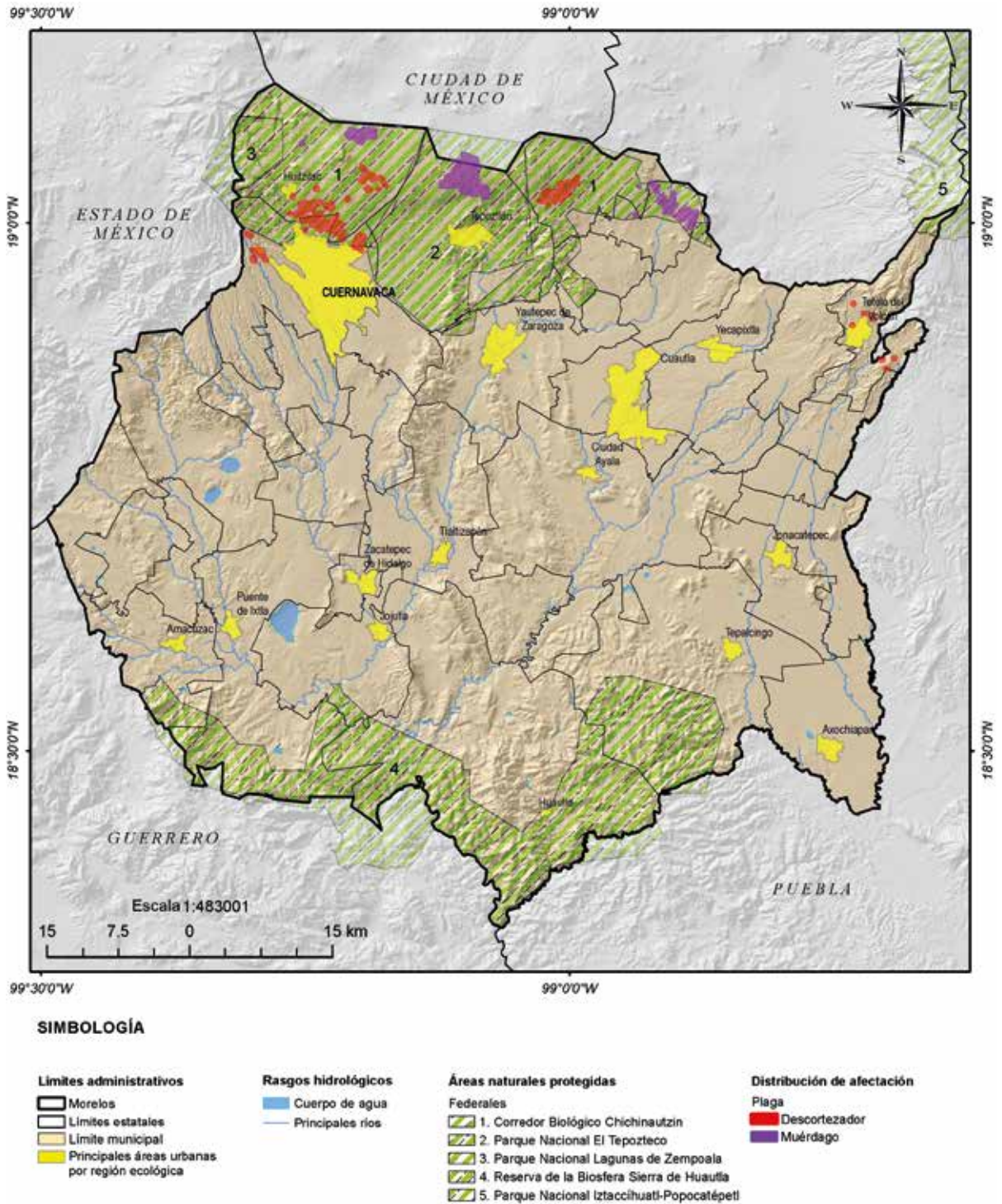


Figura 3. Distribución de la afectación de plagas en los bosques de Morelos durante el periodo 2012-2016. Fuente: elaboración propia con datos de Gerencia Estatal en Morelos-CONAFOR 2016.

Además de las formaciones forestales antes mencionadas, las principales afectaciones por plagas y enfermedades se relacionaron con especies de selva baja caducifolia, que se encuentran en la zona norte y sur del estado.

Las especies de pinos más dañadas fueron: pino chi-monque (*Pinus leiophylla*), ocote (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino azteca (*P. teocote*), pino mexicano amarillo (*P. patula*), ocote chino (*P. herrerae*), pino prieto (*P. greggii*); y sus agentes causales fueron insectos descortezadores (*Dendroctonus adjunctus*, *D. mexicanus* y *D. valens*). Las especies de latifoliadas más afectadas fueron encino prieto (*Quercus glaucooides*), encino amarillo (*Q. magnoliifolia*) y aile (*Alnus firmifolia*), con muérdago (*Phoradendron velutinum*) como su principal agente causal.

Para selva baja caducifolia las especies afectadas según la Gerencia Estatal en Morelos-CONAFOR (2016) fueron el cuajote (*Parmentiera oculata*), el copal (*Bursera bipinnata*), el copal chino (*Bursera copalifera*), el nanche (*Byrsonima crassifolia*), el tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*), y el cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) por el agente causal muérdago (*P. velutinum* y *Psittacanthus* spp.).

Por otra parte, las principales causas identificadas que inciden en la presencia de plagas y enfermedades forestales en la entidad son:

1. Constantes perturbaciones ocasionadas a la vegetación: incendios forestales, tala clandestina, cambios de uso del suelo específicamente provocados por la inclusión gradual de cultivos agrícolas y árboles frutales dentro de ecosistemas forestales, presión por ampliación de la frontera agrícola, y prácticas como el cinchamiento y ocoteo del arbolado.
2. Falta de aplicación o ausencia del programa de manejo forestal maderable o no maderable, en el sentido de prevención, detección, monitoreo y control de plagas y enfermedades.
3. Deficiente ejecución de labores de saneamiento forestal en áreas plagadas.
4. Escaso interés para invertir en la adquisición de insumos, material y equipo de control de plagas y enfermedades.
5. Falta de coordinación interna en los núcleos agrarios y desinterés de los dueños o poseedores de áreas forestales afectadas por realizar acciones preventivas y monitoreo.

6. Predios afectados en zonas de interfaz urbano-forestal, con dificultad para identificar al dueño o poseedor para su notificación.
7. Problemas de límites y colindancias de tierras entre comunidades (social y agrario).
8. Deficiente seguimiento y supervisión técnica a acciones emprendidas.
9. Avance lento en los trabajos de saneamiento por el método mecánico-físico.
10. Desatención para combatir y controlar los primeros brotes por plagas y enfermedades forestales.
11. Falta de aplicación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

Área de sanidad forestal

A partir de 2009, la Gerencia Estatal en Morelos de CONAFOR cuenta con un área para dar seguimiento puntual a acciones concernientes a la sanidad forestal, con metas enfocadas en diagnóstico y acciones de tratamiento fitosanitario. De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), esto último debe ser ejecutado por parte de los dueños o poseedores del recurso forestal en estrecha coordinación con prestadores de servicios técnicos forestales.

En una superficie forestal significativa del estado, dichas acciones han sido realizadas mediante apoyos para aplicar tratamientos fitosanitarios, promovidos por CONAFOR (cuadro 3 y figura 4).

Cuadro 3. Superficie con apoyo de CONAFOR para la realización de tratamientos fitosanitarios durante el periodo 2010-2016.

Año	Superficie solicitada (ha)	Superficie aprobada (ha)
2010	152.84	152.84
2011	212.79	212.79
2012	505.30	50.30
2013	447.40	447.40
2014	399.84	339.84
2015	317.01	67.01
2016	740.14	740.14
Total	12 462.31	11 722.77

Fuente: elaboración propia con datos de Gerencia Estatal en Morelos-CONAFOR 2016.



Figura 4. Recorrido de campo en la comunidad agraria de Tlalnepantla, Morelos. Foto: cortesía de PROFEPA.

Integración del Comité Técnico de Sanidad Forestal Estatal

En 2013 se conformó el Comité Técnico de Sanidad Forestal Estatal en Morelos, integrado por la CONAFOR, la SEMARNAT, la PROFEPA, la CONANP, el sector académico e investigación del Consejo Forestal Estatal, la SDS, el sector profesional forestal del Consejo Forestal Estatal y la UAEM. A raíz de su conformación, se han realizado acuerdos importantes y sobre todo se generó una unión del sector ambiental en el tema de sanidad forestal.

Acciones para el manejo forestal en el estado

Diagnóstico técnico fitosanitario forestal en las áreas naturales protegidas del norte del estado

En 2004 se realizó un diagnóstico técnico fitosanitario forestal en 3 200 ha en el área natural protegida (ANP) Corredor Biológico Chichinautzin por parte de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

Dicho diagnóstico arrojó como resultado, la detección de 304.54 ha de terreno con vegetación forestal

afectada por insectos descortezadores (*D. adjunctus*, *D. mexicanus* y *Scolytus mundus*) y hongos (*Phellinus pini*) en la comunidad de Tlalnepantla, en el municipio del mismo nombre; 827.45 ha por las especies de muérdago *Phoradendron velutinum* y *Psittacanthus calyculatus* en San Juan Tlacotenco, municipio de Tepoztlán; y 796.16 ha por las especies de muérdago (*P. velutinum* y *P. calyculatus*) en la comunidad de Coajomulco, municipio de Huitzilac.

Con este diagnóstico se tuvo el primer indicio de la superficie afectada en el ANP Corredor Biológico Chichinautzin correspondiente a Morelos.

Atención a contingencia ambiental causada por fuertes vientos

Al inicio de 2010 tuvo lugar una contingencia ambiental causada por el viento, que ocasionó daños severos principalmente en las áreas forestales del norte del estado, localizados en los bosques de clima templado-frío (bosque de coníferas, coníferas y latifoliadas).

Los daños que se registraron fueron derribo y descopado de diversas especies forestales, lo cual constituye un riesgo de daños o deterioro grave a los recursos forestales y a los ecosistemas a los que pertenecen, toda

vez que el material resultante es susceptible de convertirse en combustible para posibles incendios forestales, y facilita la presencia de insectos y agentes patógenos generadores de plagas y enfermedades.

Para la atención de esta contingencia se tuvo una reunión del sector ambiental federal (SEMARNAT, CONAFOR, CONANP, PROFEPA y prestadores de servicios técnicos forestales), donde se acordó utilizar el formato del informe técnico fitosanitario para la extracción del arbolado afectado y así evitar una situación de riesgo.

De esta forma, se extrajo un total de 11 320.3 m³ rollo total árbol (RTA) de pinos (*Pinus* spp.), 1 190.1 m³ RTA de oyameles (*Abies* spp.) y 13.5 m³ RTA de cedros (*Cupressus* spp.)

Acciones por la presencia de insectos descortezadores

En Morelos, 2013 fue uno de los años de los más críticos por la presencia del insecto descortezador (*Dendroctonus mexicanus*) que afectó grandes áreas forestales (figura 5).

Se efectuó una serie de notificaciones a los responsables de las áreas forestales afectadas localizadas en los ejidos, comunidades agrarias y pequeñas propiedades del norte del estado, en la que se solicitaba una pronta acción para realizar un saneamiento forestal por parte de los notificados, quienes contrataron una empresa para llevar a cabo los trabajos de control del insecto descortezador y extracción del arbolado afectado.

El brote del insecto descortezador en los límites de Morelos y el Estado de México involucró terrenos del ejido Santa María Ahuacatlán, Cuernavaca y bienes comunales de Ocuilan, Estado de México. Para su atención se llevaron a cabo reuniones de conciliación entre CONAFOR-Morelos, CONAFOR-Estado de México, la delegación de la SEMARNAT-Morelos, los propietarios de los predios involucrados y la SDS para conciliar y hacer un acto de autoridad.

Como resultado se dio un acuerdo interno entre las comunidades y se procedió a notificar al ejido Santa María Ahuacatlán, para realizar los trabajos de combate y control del insecto descortezador.



Figura 5. Afectación de insectos descortezadores a pinos (*Pinus* spp.) en el municipio de Tlalnepantla. Foto: cortesía SDS.

Atención en áreas de interface urbano-forestal

Históricamente, los municipios de Cuernavaca y Huitzilac han tenido zonas de interface urbano-forestal, por la presencia de fraccionamientos donde la mayoría de los poseedores de los predios son foráneos.

En 2013 y 2014 se presentaron brotes de insecto descortezador en dichas áreas, y el proceso de notificación de saneamiento forestal se dificultó por la falta de localización de los dueños o poseedores de los predios. Para la atención de dicha situación se sostuvieron reuniones con los residentes de los fraccionamientos y se logró que las notificaciones fueran emitidas a nombre de los representantes de los fraccionamientos, con lo que se pudo realizar de manera exitosa los trabajos de saneamiento forestal para el control de la plaga.

El desarrollo del proceso ayudó a que los residentes aprendieran a identificar los síntomas en el arbolado con problemas de ataque de insectos descortezadores, así como el procedimiento para realizar el tratamiento fitosanitario, por lo que obtuvieron una capacidad de respuesta temprana para cuando se presentan nuevos brotes de la plaga.

Actividades para la sanidad forestal en Huitzilac y Miaatlán

En 2015 se realizó un diagnóstico técnico fitosanitario y levantamiento de sitios de muestreo en dos predios pertenecientes a los municipios de Huitzilac y Miaatlán, con el fin de realizar trabajos para reducir la población de plantas parásitas en una superficie aproximada de 300 hectáreas.

En el mismo año, se dio seguimiento puntual a dos predios notificados para realizar trabajos de combate y control de insecto descortezador en una superficie de 67 ha.

Alerta fitosanitaria por la avispa agalladora (*Leptocybe invasa*) del eucalipto

A partir de 2015, se dio seguimiento a la presencia de la avispa agalladora (*Leptocybe invasa*) a través de la coordinación del Comité Técnico de Sanidad Forestal Estatal. Dicha especie se presentó en plantas de eucalipto producidas en vivero.

Las acciones realizadas consistieron en el planteamiento de la problemática, el conocimiento del inventario de viveros que producen plantas de eucalipto para realizar mesas de trabajo y analizar el problema, el monitoreo y la verificación de la presencia de la avispa en viveros y la emisión de una alerta fitosanitaria por parte de SEMARNAT, así como la difusión de ésta a los municipios, áreas de parques y jardines implicados, para su monitoreo y control.

Monitoreo del complejo de escarabajos ambrosiales

Como parte del Programa de vigilancia epidemiológica fitosanitaria y el convenio entre CONAFOR y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), a partir de 2016 en Morelos se han implementado actividades de vigilancia para la detección temprana y oportuna del complejo de escarabajos ambrosiales del laurel rojo (*Xyleborus glabratus* y *Euwallace* spp.).

Tal procedimiento se efectúa a través de acciones de exploración, establecimiento de rutas de vigilancia y trampeo en sitios de riesgo. El sistema de trampeo, consiste en la colocación y monitoreo de 14 trampas tipo Lindgren (trampas multiembudo) en cinco municipios de Morelos (Cuernavaca, Tepoztlán, Tlalnepantla, Totolapan y Ocuituco), en áreas forestales con plantaciones de aguacate que actúan como interface agrícola-forestal. Todo ello, con el fin de detectar de manera oportuna, la presencia de insectos de los géneros *Xyleborus* y *Euwallace*, que en México podrían causar un fuerte impacto en los cultivos de aguacate principalmente.

Estrategia con brigadas conformadas como parte del apoyo de pago por servicios ambientales

En el marco de los conceptos de apoyo de pago por servicios ambientales (PSA), en 2016 CONAFOR inició con la implementación de la detección temprana de plagas y enfermedades forestales, a través del monitoreo terrestre por parte brigadas comunitarias.

Además de las actividades de prevención y apoyo en el combate de incendios forestales, dichas brigadas llevan a cabo recorridos de campo en una o más rutas

preestablecidas, para determinar la presencia o ausencia de plagas y enfermedades forestales.

El objetivo es identificar cambios en el ecosistema que pudieran predisponer la incidencia y la oportuna detección, de cualquier brote de plaga o enfermedad forestal, por lo que se definieron las áreas de riesgo susceptibles a la incidencia de plagas y enfermedades forestales.

Identificación de áreas de riesgo

A partir del análisis de las áreas afectadas históricamente (2012-2016) por plagas y enfermedades en el estado, donde principalmente se tiene presencia de insectos descortezadores (*Dendroctonus* spp.), y especies de muérdago (*Phoradendron velutinum* y *Psittacanthus* spp.), se generó un mapa con la proyección de las áreas de riesgo por plagas y enfermedades, de acuerdo con el agente causal (figura 6). En dicho mapa, no se excluye la incidencia de los riesgos en otras áreas debido a la dinámica de los insectos, plantas parásitas y agentes causales de enfermedades.

En el mapa de ubicación de las áreas de riesgo se observa que los municipios más afectados por futuras plagas forestales podrían ser Cuernavaca, Huitzilac, Tepoztlán, Tlalnepantla, Totolapan y Tetela del Volcán. Tal información indica que, en los ejidos, comunidades agrarias y predios forestales de dichos municipios, es donde se deben concentrar los esfuerzos preventivos de propietarios y dependencias del sector ambiental. En especial, de la CONANP donde dos de sus polígonos (Corredor Biológico Chichinautzin y Parque Nacional El Tepozteco) cubren casi en la totalidad las áreas de riesgo.

Conclusiones y recomendaciones

A partir de los datos del Inventario Estatal Forestal y de Suelos Morelos 2013 y de los tipos de formaciones forestales, se determinó el estado de salud del arbolado por medio de un análisis de acuerdo con el agente causal.

Se encontró de manera general que 14.6% del arbolado está dañado por incendios forestales, 19.5% por

plantas parásitas o epífitas, 19.2% por insectos, 3.0% por daño humano directo, 2.2% por enfermedad, 0.4% originado por rayos, 0.2% por vientos y el 40.9% por otras causas (cuadro 4).

Como parte del trabajo del Comité Técnico de Sanidad Forestal Estatal, se definieron las siguientes estrategias y acciones a realizar:

1. Alimentar el sistema permanente de evaluación y alerta temprana de la condición sanitaria de terrenos forestales con información derivada de recorridos de diagnóstico y notificaciones de saneamiento.
2. Realizar cursos básicos de capacitación a brigadas comunitarias en materia de identificación, monitoreo y control de plagas y enfermedades forestales.
3. Incidir en la conformación de brigadas de apoyo para que realicen acciones de monitoreo en campo en predios bajo manejo forestal.
4. Establecer rutas de monitoreo para la detección temprana de brotes de plagas y enfermedades forestales en áreas con apoyo de PSA.
5. Generar un sistema de información geográfica público, con información referente a la sanidad forestal en el estado.
6. Detectar oportunamente cambios en el bosque, con apoyo de cartografía para obtener información actualizada respecto al comportamiento y distribución de plagas y enfermedades.
7. Desarrollar y ejecutar un programa de educación ambiental focalizado en las áreas de interés.
8. Difundir permanente el programa de sanidad forestal mediante la participación del Comité Técnico de Sanidad Forestal Estatal en los foros regionales de silvicultura comunitaria, con fines de difusión, así como de prevención, sensibilización y capacitación.
9. Apoyar la aplicación de medidas de tratamiento fitosanitario para el combate y control de brotes de plagas y enfermedades forestales.
10. Revisar periódicamente (semestral y anualmente) el diagnóstico de sanidad forestal para su actualización.

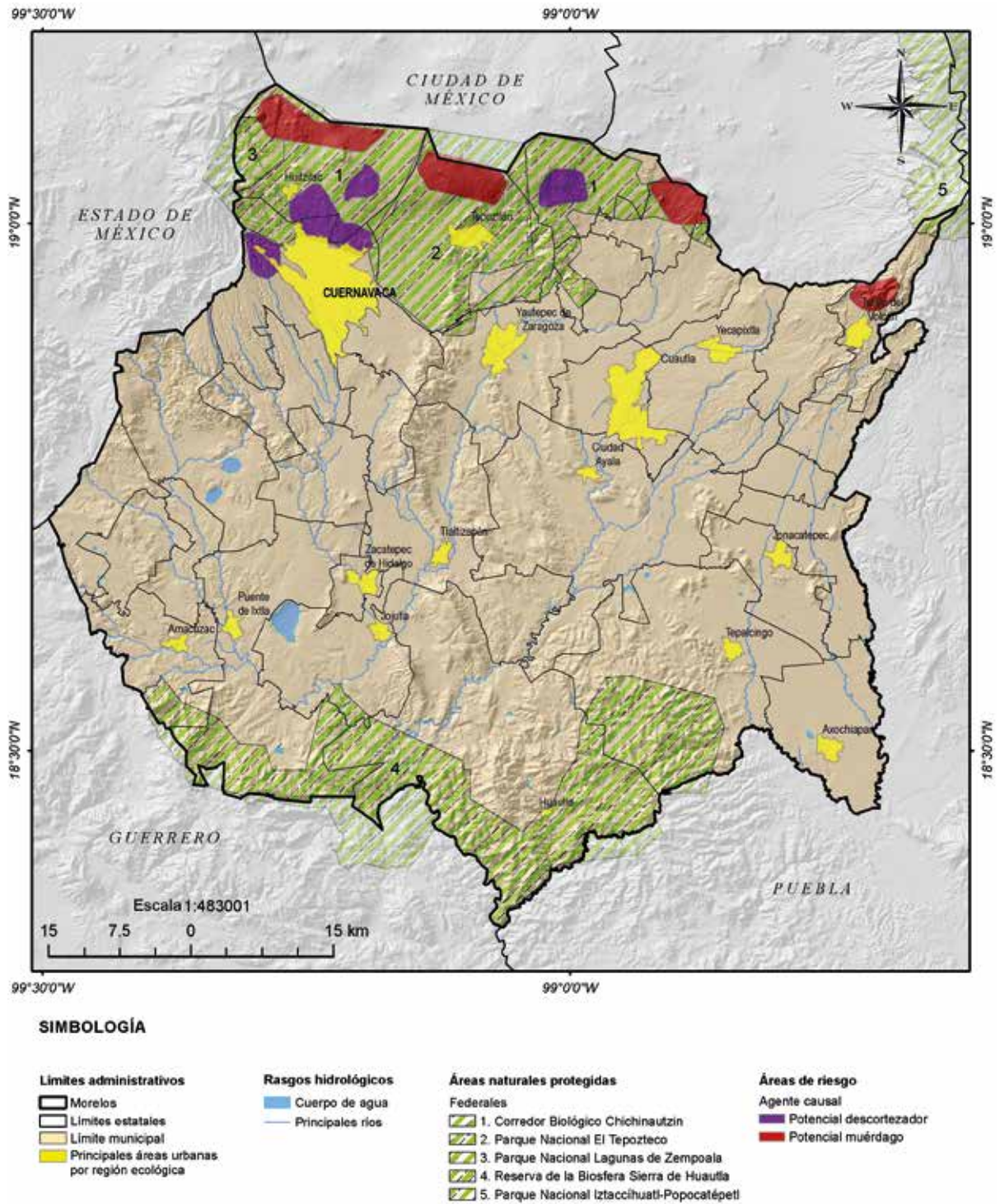


Figura 6. Ubicación de las áreas de riesgo por agente causal. Fuente: elaboración propia con datos de Gerencia Estatal en Morelos-CONAFOR.

Cuadro 4. Daño por agente causal en los diferentes tipos de formaciones forestales en Morelos.

Tipo de formación	Incendios (%)	Plantas parásitas y epífitas (%)	Insectos (%)	Daño humano directo (%)	Enfermedades (%)	Viento (%)	Rayos (%)	Otros (%)
Bosque de coníferas	61.8	10.2	10.6	4.5	1.5	0.0	0.8	10.6
Bosque de coníferas y latifoliadas	14.0	9.0	22.0	1.0	0.0	1.0	0.0	53.0
Latifoliadas	0.0	12.0	10.0	0.0	2.0	0.0	0.0	76.0
Bosque mesófilo	47.0	38.0	11.0	1.0	0.0	1.0	0.0	2.0
Selva baja caducifolia	3.0	31.0	25.0	5.0	4.0	0.0	0.0	32.0
Porcentaje general	14.6	19.5	19.2	3.0	2.2	0.2	0.4	40.9

Fuente: elaboración propia con datos de CONAFOR y SEMARNAT 2014.

Referencias

- CONAFOR y SEMARNAT. Comisión Nacional Forestal y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2007. *Manual de sanidad forestal, modificación en julio 2010*. CONAFOR/SEMARNAT, México.
- . 2014. *Inventario estatal forestal y de suelos. Morelos 2013*. CONAFOR/SEMARNAT, México.
- Gerencia Estatal en Morelos-CONAFOR. 2016. *Diagnóstico estatal de sanidad forestal 2016*. CONAFOR, México.

- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. *Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable*. Publicada el 25 de febrero de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 10 de mayo de 2016.
- . 2016. *Notificaciones de tratamientos fitosanitarios*. Delegación Morelos-SEMARNAT, México.

Impacto por atropellamiento de la fauna silvestre en una carretera de la región norte del estado

Ana Luisa Ortiz Villaseñor, Marco Antonio Lozano y Nataly Ruiz Palacios

Introducción

Uno de los problemas en aumento, y producto de la integración territorial en los países en vías de desarrollo social y económico, son sin duda los proyectos viales. A pesar de la importancia de las carreteras, por ejemplo, éstas representan un impacto sobre la biodiversidad.

Los efectos negativos provocados por estas obras son varios, entre los que destacan, la fragmentación del hábitat, efecto de borde y de barrera (Arroyave *et al.* 2006), proliferación de incendios forestales (Silva-Matos *et al.* 2002) o bien la posibilidad de colonización por especies invasoras a orillas de estas vías de comunicación (Forman y Alexander 1998, Puc-Sánchez *et al.* 2013).

Sin embargo, uno de los problemas más evidentes, con fuerte impacto y de fácil reconocimiento en las carreteras, es la muerte de fauna silvestre por atropellamiento (Bissonette y Rosa 2009), que se traduce en una fuerte amenaza para muchas de las especies que cohabitan en el sitio.

En Europa, Australia y Estados Unidos de América, estudios sobre este problema reportan resultados preocupantes sobre el número de animales atropellados. En México, hay pocos trabajos sobre el efecto de este problema, a pesar de que es evidente en todas las carreteras del país. Puc-Sánchez y colaboradores (2013) documentaron algunos datos sobre este tema en las entidades de Michoacán y Oaxaca, y encontraron que para la primera los mamíferos fueron el grupo con más frecuencia de atropellamiento, en tanto que en el estudio de Oaxaca fueron los anfibios y reptiles.

Morelos no escapa a esta problemática y a pesar de su pequeña extensión territorial de 4 878.9 km² que equivale a 0.2% del territorio nacional (INEGI 2015), existe una red considerable de carreteras donde se observa con

mucha frecuencia fauna muerta por atropellamiento. Es por ello, que en este trabajo se presentan datos basados en Ruiz (2011), en donde se cuantifica del efecto de atropello en una carretera al norte del estado. La investigación tuvo como objetivo determinar la fauna silvestre más susceptible en un trayecto carretero de 21 km.

Determinación del nivel impacto

La zona de estudio se ubica en el norte de Morelos e incluye parte del área del Corredor Biológico Chichinautzin. Comprende la carretera actual 115D México-Cuernavaca-Cuatla en un trayecto de 21 km desde su entronque en la desviación hacia la Ciudad de México hasta su llegada al poblado de Oacalco.

Esta vía presenta sólo dos carriles sin división central y con acotamientos de 1.5 m en ambos sentidos, y la velocidad de circulación fluctúa entre los 70 y 90 km/h. El trabajo de campo se realizó de agosto de 2009 a abril de 2010, a través de recorridos en automóvil programados cada tercer día, dos veces por día (8:30 a 10:00 y de 18:00 a 19:30).

Para cada individuo atropellado se realizó el levantamiento de datos en donde se registró la especie y grupo taxonómico. Con el fin de evitar dobles conteos después de cada recorrido los especímenes fueron retirados de la carretera.

En los 135 días de trabajo se registraron 362 individuos atropellados, pertenecientes a 24 especies: 82 anfibios y reptiles, 173 mamíferos y 107 aves (cuadro 1). Estas cifras dieron un índice de atropello de 2.01 estimado a partir de los animales atropellados por kilómetro de carretera.

De manera particular y a partir del marco temporal del muestreo, se observó que el grupo de los anfibios y

Ortiz-Villaseñor, A.L., M.A. Lozano-García y N. Ruiz-Palacios. 2020. Impacto por atropellamiento de la fauna silvestre en una carretera de la región norte del estado. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 182-184.

Cuadro 1. Animales atropellados durante el periodo de muestreo, comprendido entre agosto de 2009 y abril de 2010, en un trayecto de 21 km de la carretera 115D México-Cuernavaca-Cuautla.

Grupo taxonómico	Especie	Número individuos	
Anfibios	Sapo gigante (<i>Chaunus marinus</i>)	41	
	Iguana negra (<i>Ctenosaura pectinata</i>)	30	
Reptiles	Falso coralillo (<i>Lampropeltis triangulum</i>)	2	
	Bejuquillo (<i>Oxybelis aeneus</i>)	9	
Aves	Mirlo dorso rufo (<i>Turdus rufopalliatu</i> s)	3	
	Capulinerio gris (<i>Ptiliogonys cinereus</i>)	3	
	Tórtola coquita (<i>Columbina passerina</i>)	3	
	Correcaminos tropical (<i>Geococcyx velox</i>)	3	
	Tordo ojo rojo (<i>Molothrus aeneus</i>)	8	
	Luis bien-te-veo (<i>Pitangus sulphuratus</i>)	9	
	Golondrina tijereta (<i>Hirundo rustica</i>)	14	
	Garrapatero pijuy (<i>Crotophaga sulcirostris</i>)	16	
	Gorrión doméstico (<i>Passer domesticus</i>)	23	
	Zanate mexicano (<i>Quiscalus mexicanus</i>)	25	
	Mamíferos	Mapache (<i>Procyon lotor</i>)	4
		Coatí o tejón (<i>Nasua narica</i>)	4
Zorrillo manchado (<i>Spilogale gracilis</i>)		5	
Armadillo (<i>Dasybus novemcinctus</i>)		6	
Cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>)		12	
Conejo silvestre (<i>Sylvilagus</i> sp.)		12	
Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>)		14	
Ardilla gris (<i>Sciurus aureogaster</i>)		32	
Ardillón (<i>Spermophilus variegatus</i>)		33	
Tlacuache o zarigüeya (<i>Didelphis virginiana</i>)		51	

Fuente: elaboración propia con datos de Ruiz 2011.

reptiles tuvo la mayor ocurrencia de incidentes durante el mes de septiembre con 23 individuos, donde el sapo gigante (*Chaunus marinus*) y la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) fueron los más susceptibles. En el caso del sapo gigante se puede inferir que la presencia de agua por las lluvias le generó mayor movilidad, mientras que en el caso de la iguana, tal incremento probablemente se explique por la búsqueda de fuentes de calor que le proporcionan las vías carreteras (asfalto).

La incidencia de atropellamientos de las aves durante el muestreo mostró dos periodos máximos, uno en marzo con 18 acontecimientos y el segundo en octubre con 16. En ambos periodos el gorrión doméstico (*Passer domesticus*) y el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) tuvieron los mayores registros.

En el caso del gorrión doméstico estos picos de incidencia pueden deberse a dos factores: a) es que para marzo la especie tiene su periodo de reproducción y la

consecuente alta movilidad de los individuos pudiera ser la causa; y b) en el periodo septiembre-octubre, la abundancia de individuos juveniles y su poca experiencia pudiera ser el motivo para estos accidentes. En cuanto al zanate mexicano, la incidencia de atropellamientos pudiera asociarse a las actividades humanas como es particularmente la agricultura.

Para el grupo de los mamíferos, la incidencia mayor de atropellamientos fue en septiembre y octubre (29 y 28 individuos respectivamente), donde el tlacuache (*Didelphis virginiana*), el ardillón (*Spermophilus variegatus*) y la ardilla gris (*Sciurus aureogaster*) fueron las especies con mayor número de registros (figura 1).

El tlacuache (figura 1) es un mamífero abundante, dada sus características omnívoras y presenta una gran movilidad, por lo que es una especie que con frecuencia se observa en estas vías de comunicación.

En el caso de las ardillas, existen poblaciones juveniles poco experimentadas en los meses mencionados, lo que pudiera ocasionar el incremento de los atropellamientos, no sin dejar de mencionar que estos roedores diurnos se asocian a áreas perturbadas y zonas de cultivo.

Al inicio del estudio se realizó un inventario faunístico en las áreas de influencia de la carretera del cual se derivó un registro de 86 especies. Los resultados de este estudio indican que las 24 especies afectadas por este fenómeno de atropellamiento representan 27% de los vertebrados registrados en dicho inventario, de los



Figura 1. Individuo atropellado de tlacuache (*Didelphis virginiana*).

Foto: Marco Antonio Lozano G.

cuales el tlacuache (*D. virginiana*), el sapo gigante (*C. marinus*) y el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) son las especies que presentaron mayor índice de atropellamiento, situación que coincide con los datos de Rojas (2011) en Costa Rica y lo mismo para *D. virginiana* y *C. marinus* por Puc-Sánchez *et al.* (2013), en Michoacán y Oaxaca.

Conclusiones y recomendaciones

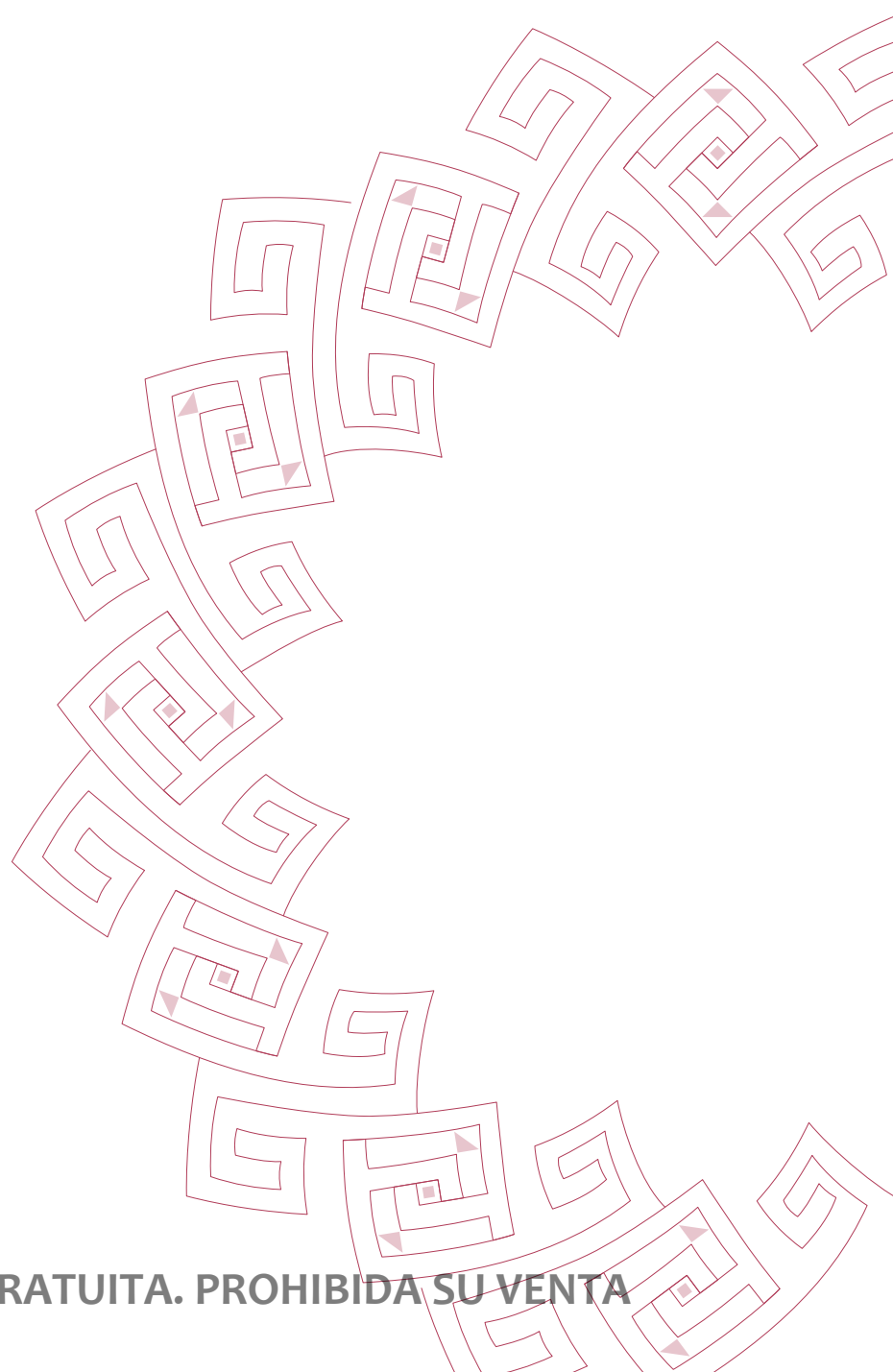
El índice por atropello para esta carretera representa un dato preocupante dado que se trata de un tramo carretero de sólo 21 km, por lo que es necesario implementar medidas para reducir su impacto en la fauna silvestres y minimizar el número de muertes por atropellamiento en futuros proyectos viales.

Entre dichas medidas destaca el diseño y construcción de pasos elevados y subterráneos de fauna, y evitar reforestar con especies arbóreas o arbustivas frutales dentro del derecho de vía, ya que estos proveen alimento a la fauna y aumentan el riesgo de que se aproxime a las carreteras en busca de alimento.

Finalmente se recomienda que las autoridades ambientales competentes soliciten a las constructoras una evaluación exhaustiva de los efectos que producen estos proyectos viales, que, si bien son importantes y necesarios para el desarrollo económico y social, deberán considerar que los efectos sean mínimos para la conservación de la biodiversidad.

Referencias

- Arroyave, M.P., C. Gómez, M.E. Gutiérrez *et al.* 2006. Impacto de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista de la Escuela de Ingeniería de Antioquia* 5:45-57.
- Bissonette, J. y S. Rosa. 2009. Road zone effects in small-mammal communities. *Ecology and Society* 14:27.
- Forman, R. y L. Alexander. 1998. Roads and their major ecological effects. *The Annual Review Ecological, Evolution, and Systematic* 29:207-231.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. *Panorama sociodemográfico de México*. INEGI, México.
- Puc-Sánchez, J.I., C. Delgado-Trejo, E. Mendoza-Ramírez e I. Sauzo-Ortuño. 2013. Las carreteras como una fuente de mortalidad de fauna silvestre de México. *Biodiversitas* 111:12-16
- Rojas, Ch. E. 2011. Atropello de vertebrados en una carretera secundaria en Costa Rica. *Cuadernos de investigación* 3(1):81-84.
- Ruiz, P.N. 2011. *Impacto por atropello sobre las comunidades de fauna silvestre en una carretera en la región norte del estado de Morelos, México*. Tesis de licenciatura en ciencias biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Silva-Matos, D.M., C.J.F. Santos y D.R. Chevalier. 2002. Fire and restoration of the largest urban forest of the world in Rio de Janeiro City, Brazil. *Urban Ecosystem* 6:151-161.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Dinámica de la selva baja caducifolia en la subcuenca del río Apatlaco

Ofelia Sotelo Caro y Josué Chichia González

La subcuenca hidrológica del río Apatlaco se localiza en el centro de México, entre Morelos, el Estado de México y la Ciudad de México. Tiene un área de 85 312 ha, de la cual 90% se localiza en Morelos, en donde ocupa 13% del territorio y en el cuál vive 51% de la población del estado (figura 1; Sotelo-Caro *et al.* 2015).

La subcuenca se caracteriza por la presencia de un continuo de bosques templados a cálidos. Específicamente, se desconoce la tasa de deforestación de los bosques templados para la subcuenca y para Morelos, pero están dentro del área natural protegida Corredor Biológico Chichinautzin. A diferencia de la selva baja caducifolia para el cual se tiene una estimación previa de 1.4% para el estado (Trejo y Dirzo 2000).

En este sentido, Sotelo-Caro *et al.* (2015) determinaron que entre 2002 y 2012, la velocidad de la deforestación disminuyó en los diferentes tipos de ecosistemas dentro de esta subcuenca.

En los bosques templados se observó una ligera recuperación, mientras que la cobertura de la selva baja caducifolia se mantuvo estable, lejos de continuar con la tendencia de la tasa de deforestación de 1.4%. La tasa de deforestación para el bosque conservado fue de 0.13%, mientras que para el bosque perturbado de 0.58%, mucho menor a la reportada anteriormente sobre el periodo comprendido entre 1973 y 1989 para Morelos de 1.4% en la selva baja caducifolia en general (cuadro 1; Trejo y Dirzo 2000, Sotelo-Caro *et al.* 2015).

Sin embargo, la principal conversión del uso del suelo se generó en los pastizales y en la vegetación secundaria de la selva baja caducifolia de la subcuenca, lo que limita la posibilidad de regeneración de este ecosistema.

Aunado a esto, la fragmentación agudiza los problemas de la selva baja caducifolia ya que, de los diferentes tipos de vegetación de la subcuenca, ésta es la

más fragmentada, puesto que el número de fragmentos de dicho ecosistema duplica a los de pino y cuadruplica a los de encino, además de que menos de cinco fragmentos superan las 100 ha (Sotelo-Caro *et al.* 2015).

Adicionalmente, los fragmentos remanentes quedan aislados entre sí y crean bordes donde se incrementa la influencia del clima externo, y donde ocurren procesos diferentes a aquellos de un hábitat continuo (Raghubanshi y Tripathi 2009).

Los disturbios constantes y de baja intensidad se conocen como disturbios crónicos, y pueden disminuir la diversidad de los fragmentos de hábitat hasta volverlos similares entre sí. Esto se debe a que ocasionan la muerte selectiva de especies que dependen del hábitat o que son extraídas de él, mientras favorecen especies mejor equipadas para vivir en sitios perturbados (Lôbo *et al.* 2011).

Para ejemplificar el disturbio que ocurre en los fragmentos crónicamente aislados de la selva baja caducifolia, se puede señalar la presencia de un gradiente de alteración ecológica que es máximo en los fragmentos donde éste fue destruido y se está regenerando (selva secundaria), intermedio en los que no fueron destruidos, pero donde el impacto de actividades humanas los está cambiando (selva perturbada), y menor en selva conservadas (figura 2; Sotelo-Caro 2016).

Los fragmentos de la selva baja caducifolia conservadas son diversos, esto significa que en ellos hay muchas especies de árboles (en promedio 22 especies en áreas de 0.1 ha). Ninguna especie constituye a la mayoría absoluta de los individuos de la selva y entre distintas zonas cambia la presencia de especies y la abundancia de éstas (Sotelo-Caro *et al.* 2017).

En la subcuenca del río Apatlaco, y en general en Morelos, los ecosistemas conservados se reconocen por la dominancia de especies como guayacán

Sotelo-Caro, O. y J. Chichia-González. 2020. Dinámica de la selva baja caducifolia en la subcuenca del río Apatlaco. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 186-192.

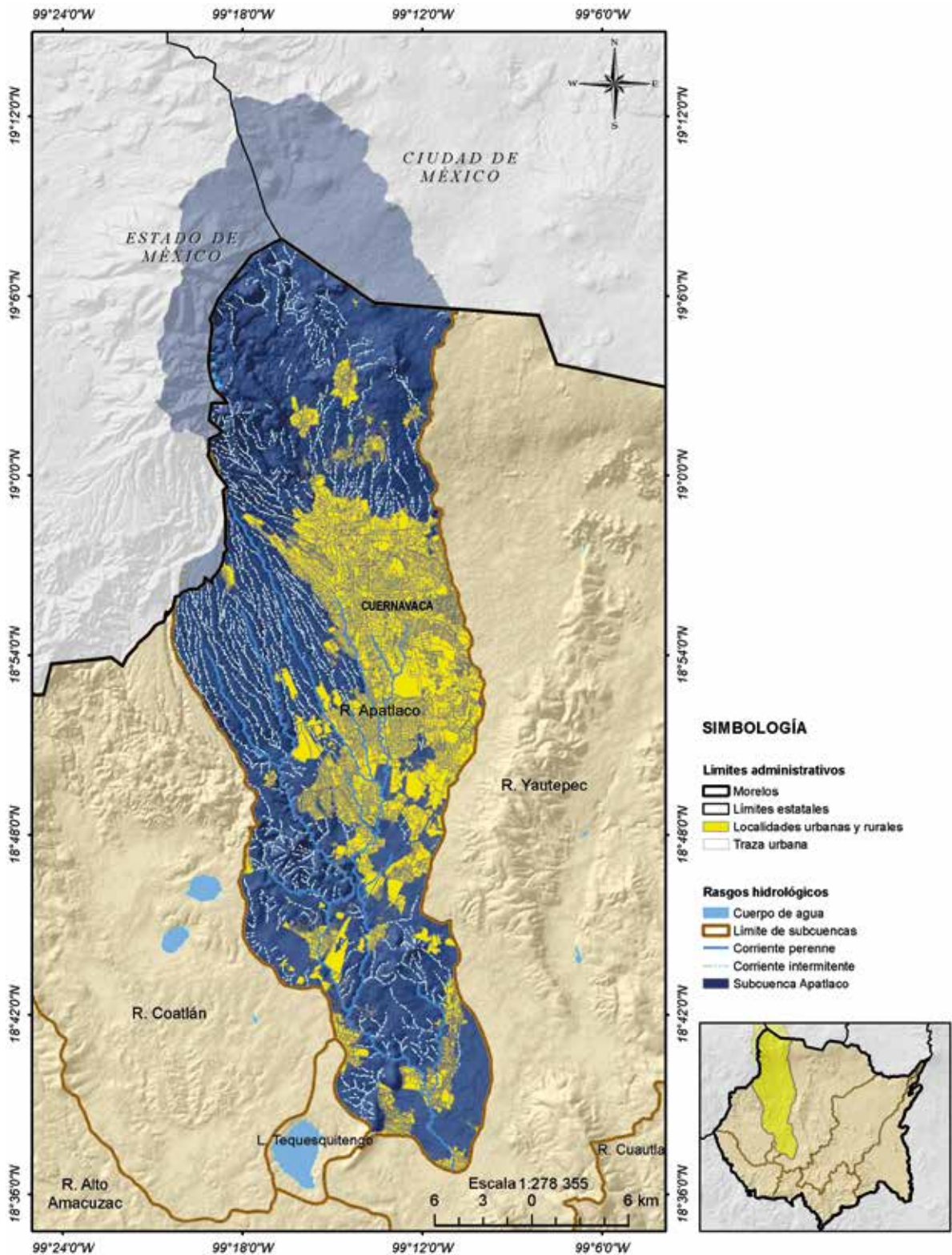


Figura 1. Localización de la subcuenca (en azul) en Morelos, en donde se aprecian las principales zonas urbanas (amarillo). Fuente: elaboración propia con datos de Sotelo-Caro 2016.

Cuadro 1. Usos del suelo y vegetación en la subcuenca del río Apatlaco en el centro de México. Para cada categoría, se muestra el área cubierta en 2002 y 2012, junto con el cambio neto y la tasa de variación en este período de 10 años.

Vegetación y uso del suelo	2002		2012		Cambio neto	Tasa de cambio (%/año)
	Hectáreas (%)	Porcentaje (%)	Hectáreas (%)	Porcentaje (%)		
Bosque de coníferas	13 479.2	15	11 441.2	13	-2 038.0	-1.40
Bosque de coníferas perturbado	7 316.5	8	8 573.2	10	1 256.8	1.80
Bosque de pino-encino	2 208.0	3	2 266.0	3	58.0	0.20
Bosque de pino-encino perturbado	643.0	1	629.0	1	-14.0	-0.20
Bosque de encino	1 053.0	1	1 052.0	1	-1.0	0.00
Bosque de encino perturbado	2 127.7	2	2 127.7	2	0.0	0.00
Bosque mesófilo de montaña	151.5	0	151.8	0	0.3	0.00
Selva baja caducifolia	4 381.5	5	4 321.5	5	-60.0	-0.10
Selva baja caducifolia perturbada	6 355.0	7	5 975.0	7	-380.0	-0.60
Vegetación secundaria de la selva baja caducifolia	5 287.0	6	4 280.0	5	-1 007.0	-1.70
Bosque de galería	11 72.2	1	1 171.8	1	-0.4	0.00
Matorral	225.1	0	225.2	0	0.1	0.00
Pastizal	9 647.8	11	6 619.0	8	-3 028.8	-2.70
Agricultura de riego	1 099.1	13	9 256.0	11	-1 735	-1.40
Agricultura de temporal	9 650.7	11	9 537.0	11	-113.7	-0.10
Suelo desnudo	1 400.9	2	1 416.8	2	16.0	0.11
Carreteras	517.9	1	516.9	1	-1.0	-0.02
Terracerías	416.6	0	402.6	0	-14.0	-0.33
Área urbana	10 078.0	12	17 140.0	20	7 062.0	11.36
Cuerpo de agua	209.0	0	209.0	0	0.0	0.00

Fuente: elaboración propia con datos de Sotelo-Caro 2016.

(*Conzattia multiflora*), copales y cuajotes (*Bursera* spp.) y tepehuaje (*Lysiloma*, figura 3).

En contraste, los fragmentos de la selva baja caducifolia secundaria son poco diversos (en promedio 11 especies en áreas de 0.1 ha) y pueden estar formados por sólo una especie de árbol. En ellos dominan especies de huizaches y cubatas cazahuates (*Ipomoea* spp.) y coahuilote (*Guazuma ulmifolia*, figura 4).

El disturbio humano es muy alto, en selva secundaria los árboles con marcas de machete son seis veces más frecuentes que en selva conservada y hay 30 veces más rastro de ganado (Sotelo-Caro 2016). En la subcuenca del Apatlaco, la ganadería fue la principal causa de disturbio en la selva baja caducifolia (Sotelo-Caro *et al.* 2015).

Los fragmentos de selva perturbada se dividen entre aquellos que se parecen más a la selva secundaria y los que se parecen más a la conservada (Sotelo-Caro 2016). Éstos son tan diversos como la selva conservada (20 especies en promedio en áreas de 0.1 ha), y en ellos la actividad ganadera y de extracción de leña es similar a la de selva secundaria.

Debido a que algunas propiedades del suelo están influenciadas por la vegetación, es de esperarse que éste cambie si se transforman selvas maduras, diversos, con un dosel cerrado donde se acumula la materia orgánica en el suelo y hay menor influencia del ganado, por selvas secundarias poco diversas, con un dosel abierto, donde la quema disminuye la cantidad de materia orgánica del suelo y hay mayor influencia del ganado (Sotelo-Caro 2016).

En la selva baja caducifolia conservada de la subcuenca del Apatlaco, el mantillo (hojarasca acumulada) del suelo es entre 1.6 y 2.5 veces más profundo que en las selvas perturbadas y secundarias, además de que son entre 1.1 y 1.4% más porosos (cuadro 2; Sotelo-Caro 2016).

La infiltración de agua en el suelo es el proceso por el cual dicho líquido penetra por la superficie del suelo y llega hasta sus capas interiores (Vélez y Vélez 2002). En la selva baja caducifolia conservada, la velocidad de infiltración del agua es 5.7 veces mayor que en la perturbada y 11.6 mayor que la secundaria (Sotelo-Caro 2016).

De acuerdo con las metodologías de USDA (1992), a nivel de la subcuenca, 48% de los fragmentos de selva

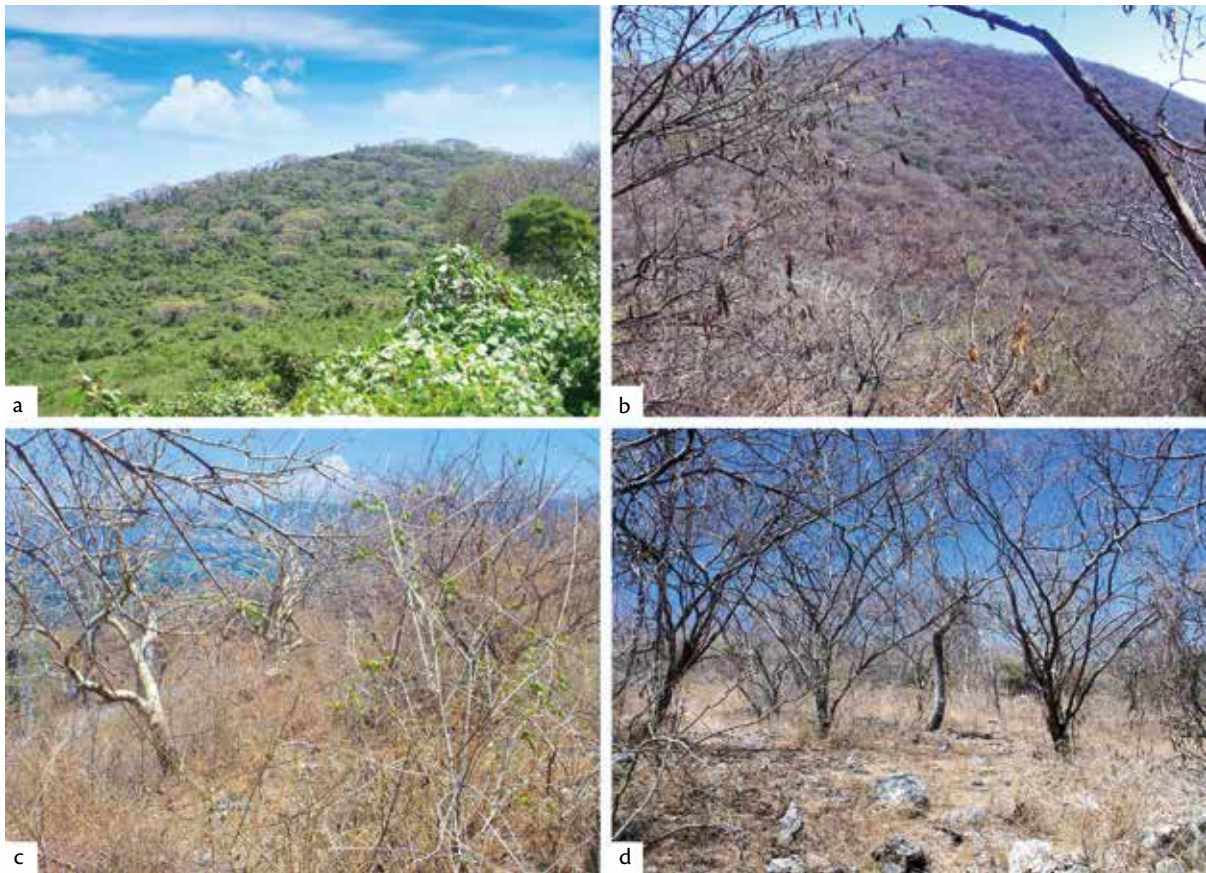


Figura 2. Selva baja caducifolia: a) vista de la selva conservada durante la época de lluvias; b) aspecto general de la selva conservada en época de estiaje; c) aspecto cercano de la selva secundaria; y d) vista cercana de la selva perturbada. Fotos: Ofelia Sotelo.



Figura 3. a) Detalle de la corteza de un copal (*Brusera grandifolia*) y b) vista del follaje de un gran ejemplar de guayacán (*Conzattia multiflora*). Fotos: Ofelia Sotelo.



Figura 4. Detalle de los frutos equinados del coahuilote (*Guazuma ulmifolia*). Foto: Ofelia Sotelo.

Cuadro 2. Velocidad de infiltración y siete variables medidas en suelos de fragmentos de la selva baja caducifolia conservada, perturbada y secundaria.

Variable	Conservado (n=11)	Perturbado (n=8)	Secundario (n=10)	Estadístico de prueba
Velocidad (cm/min)	28.9 ^a ± 27.3	5.1 ^b ± 2.4	2.5 ^b ± 2.6	H = 19.9*
Densidad relativa	2.7 ^a ± 0.6	2.4 ^b ± 0.5	1.9 ^b ± 0.5	H = 7.0*
Densidad aparente	0.7 ± 0.1	0.8 ± 0.2	0.9 ± 0.2	H = 4.2 ^{ns}
Porosidad	71.7 ^a ± 6.9	67.1 ^b ± 6.7	51.8 ^b ± 14.1	H = 10.5*
Arcilla (%)	18.6 ± 5.2	19.9 ± 7.0	21.3 ± 7.1	H=2.7 ^{ns}
Arena (%)	71.1 ± 4.4	74.4 ± 5.8	74.0 ± 5.2	H=3.9 ^{ns}
Limo (%)	10.3 ^a ± 3.6	5.8 ^b ± 2.7	4.7 ^b ± 4.4	H= 10.4*
Profundidad del mantillo (cm)	5.3 ^a ± 1.1	3.4 ^b ± 1.1	2.1 ^b ± 1.3	H = 17.6*

±: promedios para cada variable con desviación estándar. *La diferencia entre las medidas es significativa al nivel 0.05; ^adiferencia; ^bsimilitud; ^{ns}datos no significativos entre las variables. Fuente: elaboración propia con datos de Sotelo-Caro 2016.

baja caducifolia conservada tienen infiltraciones rápidas, 50% moderadamente rápida y 2% moderada. Por el contrario, 63% de los fragmentos de selva baja caducifolia perturbada tienen infiltración moderadamente lenta y en el resto la infiltración es moderadamente rápida (15%) o moderada (22%). En la selva secundaria la infiltración es moderadamente lenta (62%) y lenta (38%, figura 5).

Este patrón corresponde con los cambios en la composición de la selva, y muestran que éstos afectan varios servicios ecosistémicos como la cantidad y la calidad de agua disponible, la producción de oxígeno y la fijación de CO₂, entre otros.

Una infiltración menor, puede significar una mayor cantidad de agua que escurre por el suelo y consecuentemente un incremento en la erosión.

Hoy en día existe un gran interés a nivel mundial por identificar mecanismos efectivos de conservación de los bosques y de los servicios ecosistémicos que proveen (Rendón-Carmona *et al.* 2013).

La interconexión que existe entre la estructura y función de un ecosistema obliga a considerar los posibles efectos que pueden generarse cuando existen alteraciones en su dinámica natural (Likens 1985).

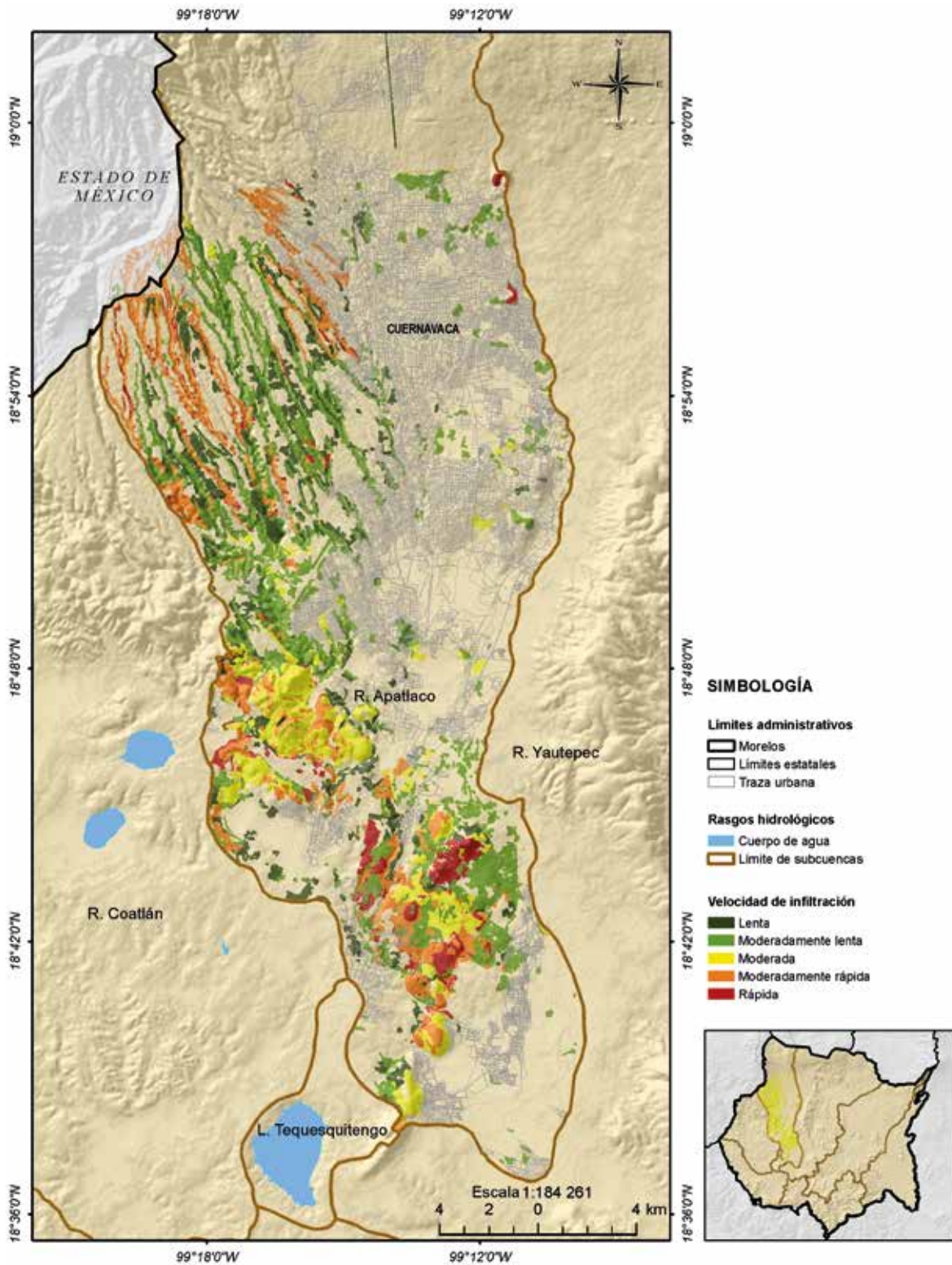


Figura 5. Áreas de selva baja caducifolia de la subcuenca del río Apatlaco, con diferentes velocidades de infiltración. Fuente: elaboración propia con datos de Sotelo-Caro 2016.

Es importante analizar los bosques de forma integral, en donde se observe la interconexión entre los recursos bióticos (bosque), abióticos (agua) y la intervención humana como detonador de disturbio, e identificar cuáles son las zonas prioritarias para la conservación, de bosques, suelos y agua dentro de la entidad.

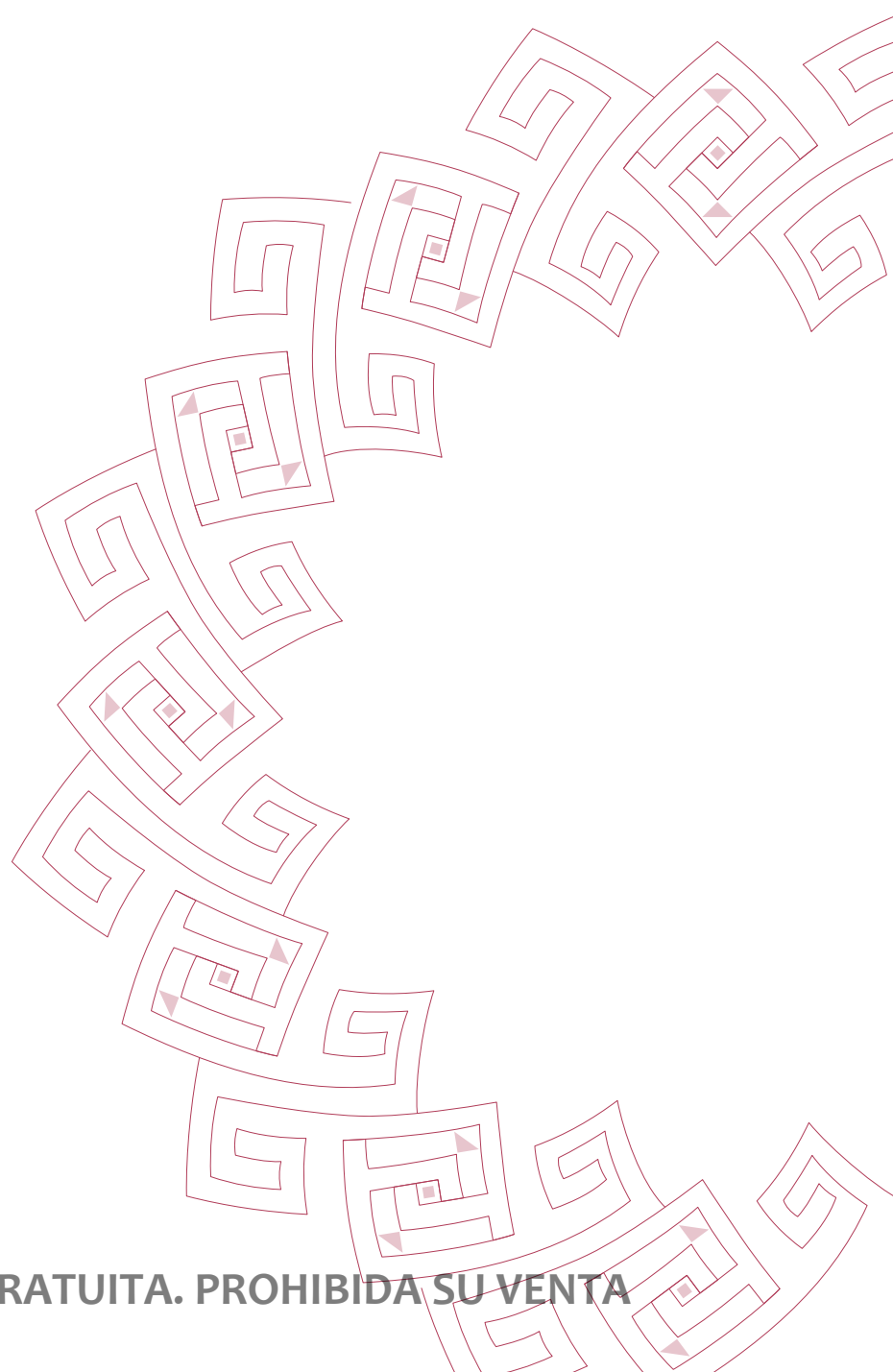
Para valorar la biodiversidad es necesario conocer la composición de especies, la estructura de los bosques y las interacciones entre los recursos bióticos y abióticos. Sin duda, en un país megadiverso como México, y en una entidad que alberga tan variados tipos de vegetación como Morelos, las labores de investigación y conservación representan un arduo y continuo trabajo.

Si bien es cierto que se cuenta con las políticas públicas necesarias para la conservación de los recursos naturales, también lo es que falta mucho trabajo y personal que realice estas tareas.

Para conservar la riqueza biológica es necesaria la participación de diferentes actores como la sociedad civil, las instancias gubernamentales, así como científicos y académicos que tengan como prioridad la solución a la crisis ambiental identificada a nivel global, pero que actúen oportunamente a nivel local.

Referencias

- Likens, G.E. 1985. An experimental approach for the study of ecosystems. *Journal of Ecology* 73:381-396.
- Lôbo, D., T. Leao, P.L. Melo *et al.* 2011. Forest fragmentation drives Atlantic forest of northeastern Brazil to biotic homogenization. *Diversity and Distributions* 17:287-296.
- Raghubanshi, A.S. y A. Tripathi. 2009. Effect of disturbance, habitat fragmentation and alien invasive plants on floral diversity in dry tropical forests of Vindhyan highland: a review. *Tropical Ecology* 50(1):57-69.
- Rendón-Carmona, H., A. Martínez-Yrizar, J.M. Maass *et al.* 2013. Selective extraction of stakes for horticultural use in Mexico: a case for the conservation of the tropical deciduous forest and its resources. *Botanical Sciences* 91:493-503.
- Sotelo-Caro, O. 2016. *Evaluación de la estructura del bosque tropical caducifolio en la subcuenca del río Apatlaco y su relación con procesos hidrológicos*. Tesis de doctorado en ciencias biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Sotelo-Caro, O., J. Chichia-González, V. Sorani y A. Flores-Palacios. 2015. Changes in the deforestation dynamics of a river sub-basin of Mexico: non-recovery of primary habitats following cessation of deforestation. *Revista de Geografía Norte Grande* 61:205-219.
- Sotelo-Caro, O., D.M. Infante-Mata, G. Castillo-Campos *et al.* 2017. *The effect of chronic disturbance on the diversity of a tropical dry forest of the Center Mexico*. México (inédito).
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation* 11:2048-2063.
- USDA. United States Department of Agriculture. 1992. *Proceedings of the soil quality standards symposium*. USDA-Forest Service, Washington.
- Vélez, M. y J. Vélez. 2002. *Capítulo 8. Infiltración*. Unidad de Hidráulica-Universidad Nacional de Colombia, Colombia.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La Cueva del Diablo y su relevancia para la conservación del murciélago magueyero mexicano (*Leptonycteris nivalis*)

Ana Cecilia Ibarra Macías y Rodrigo Antonio Medellín Legorreta

Introducción

La Cueva del Diablo se localiza dentro de la zona de amortiguamiento del Corredor Biológico Chichinautzin y del polígono del Parque Nacional El Tepozteco (figura 1), en el municipio de Tepoztlán, Morelos, a un par de kilómetros al sur de Santo Domingo Ocotitlán. A partir de 2016, la cueva se encuentra dentro de una zona designada como de uso tradicional (CONANP 2008), y dentro de unidades de gestión ambiental de aprovechamiento y restauración (Ayuntamiento de Tepoztlán 2009). En este sentido, el área en que se encuentra la cueva y sus alrededores está fuera de zonas con fines de preservación.

La cueva forma parte de una extensa red de cuevas y oquedades de origen volcánico que están consideradas entre las más grandes e importantes de América Latina desde el punto de vista geológico y biológico (Hoffman *et al.* 1986).

Entre la fauna que alberga se encuentran varias especies de murciélagos, entre las que destaca, por su estado de conservación, el murciélago magueyero mexicano (*Leptonycteris nivalis*, figura 2; Hoffman *et al.* 1986).

El murciélago magueyero mexicano es relativamente pequeño (pesa entre 26 y 29 g), pertenece a la familia Phyllostomidae y es una de las tres especies migratorias de murciélagos nectarívoros del país, y la de mayor tamaño en México (Arita y Santos del Prado 1999). Es una especie casi-endémica a México y su distribución se extiende sólo a una pequeña parte del sur de Estados Unidos de América durante su migración.

Durante la primavera y el verano se distribuye en la zona norte de México, a lo largo del desierto Chihuahuense y una pequeña porción del sur de Texas y Nuevo México (Hensley y Wilkins 1988). Las principales

colonias durante esta época son grupos de hembras que forman colonias de maternidad.

A finales de verano y principios de otoño la especie migra hacia el sur y llega al centro de México, al sur del Eje Volcánico Transversal, principalmente a Morelos (Villa 1966). Es aquí donde ambos sexos coinciden para llevar a cabo el apareamiento durante el otoño e invierno, antes de separarse y migrar nuevamente hacia el norte.

Debido a la disminución del tamaño de la población registrada en la primer década del siglo XXI, y la perturbación de sus principales colonias a lo largo de su distribución, *L. nivalis* se cataloga como especie en peligro de extinción por el Servicio de Vida Silvestre y Pesca de Estados Unidos (USFWS 2017), y como amenazada por el Departamento de Parques y Vida Silvestre de Texas (TPWD 2017) y el Departamento de Caza y Pesca de Nuevo México (NMDGF 2016).

En 2008 entró a la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2017). En México, desde 1994 se encuentra clasificada como amenazada (A) en la NOM-059 (SEMARNAT 2010).

Los murciélagos nectarívoros del género *Leptonycteris* son los responsables de la polinización y dispersión de semillas de numerosas especies de plantas en México. Ellos llevan a cabo la polinización del género *Agave* y otras plantas ecológicamente muy importantes en la selva baja y los ecosistemas desérticos del centro y costa del Pacífico de México.

Por ejemplo, polinizan cactáceas columnares como las pitayas (*Stenocereus thurberi*, *S. stellatus*, *S. priunus*, *S. queretaroensis*), saguaros (*Carnegiea gigantea*) y cardones (*Pachycereus pringlei*), y árboles de los géneros *Ceiba*, *Pseudobombax*, *Crescentia* e *Ipomoea* (Sánchez y Medellín 2007).

Ibarra-Macías, A.C. y R.A. Medellín. 2020. La Cueva del Diablo y su relevancia para la conservación del murciélago magueyero mexicano (*Leptonycteris nivalis*). En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 194-200.

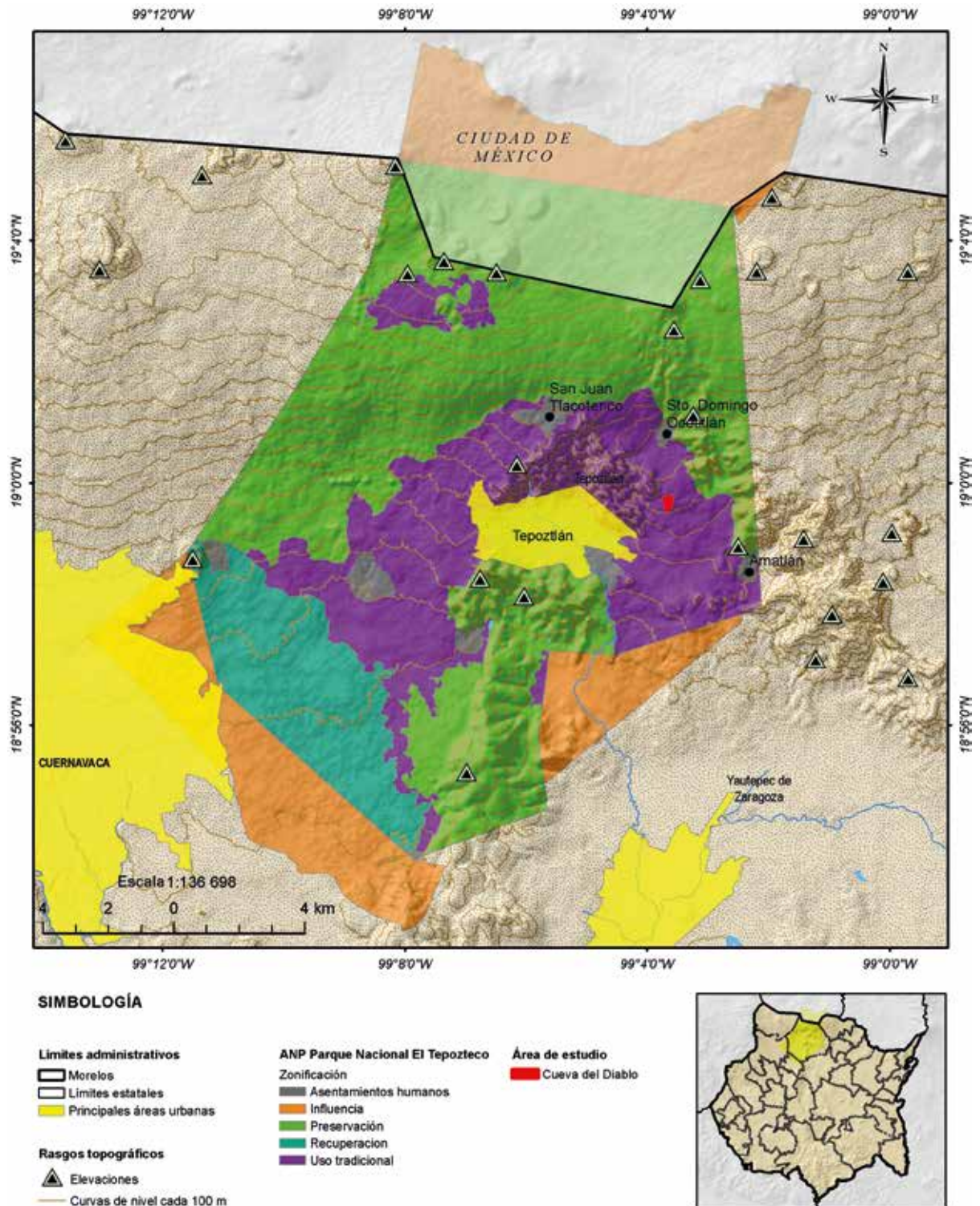


Figura 1. Ubicación de la Cueva del Diablo y principales asentamientos urbanos en el polígono del Parque Nacional El Tepozteco. Fuente: elaboración propia con datos de CONANP 2008.



Figura 2. Ejemplar de murciélago magueyero mexicano (*Leptonycteris nivalis*) capturado en Cueva del Diablo. Se muestra un individuo de color café-naranja pero algunos ejemplares pueden llegar a ser de café claro, parduzco. Este individuo se capturó el final de la noche, cuando regresaba a la cueva después de forrajear y muestra rastros de polen la cara y orejas. Foto: Rubén Galicia.

El murciélago magueyero mexicano es una especie vulnerable y susceptible a la extinción ya que tiene cierto grado de especialización respecto a sus hábitos alimenticios, hábitat y tipo de refugio que ocupa (Medellín 1994). Esta especie se reúne en grupos de unos cuantos miles y sólo se refugian en cuevas generalmente frías, en donde las cámaras ocupadas por ellos frecuentemente mantienen una temperatura igual o menor a 16°C y humedad relativa mayor al 70%, a lo largo del año (Hoffman *et al.* 1986, Ammerman *et al.* 2009, Ibarra-Macías obs. pers.).

Estas cuevas se encuentran generalmente inmersas o cercanas a tipos de vegetación que proveen los recursos alimenticios necesarios a lo largo de su distribución. Así, durante el invierno, *L. nivalis* ocupa las que están en la selva baja caducifolia del centro de México, como es el caso de la Cueva del Diablo.

Aquí, la dieta de *L. nivalis* se compone en más de 50% del néctar y polen de especies de selva baja caducifolia que florecen a finales del otoño y principios de invierno, principalmente *Ipomoea* (Sánchez y Medellín 2007, Galicia-Salinas 2013).

En contraste, durante el verano, la especie ocupa cuevas en el norte de México y sur de Estados Unidos, inmersas en asociaciones de bosque de pino-encino con amplia presencia de especies del género *Agave*, las cuales florecen en esta temporada y constituyen la mayor parte de la dieta de *L. nivalis* en la zona (Moreno-Valdez *et al.* 2004).

Por la naturaleza migratoria de la especie, la combinación adecuada de temperatura, humedad y recursos alimenticios es altamente estacional y única a lo largo de la ruta migratoria. La Cueva del Diablo y la región del Tepozteco ofrecen esta combinación perfecta durante una etapa crítica del ciclo de vida, el apareamiento.

A pesar de que durante los últimos 20 años se ha trabajado en la región con esta especie, y que incluso se ha modelado el hábitat de la cueva de apareamiento, no se ha confirmado la ubicación de otro refugio de apareamiento en la zona del centro de México (Torres 2014). Por lo anterior, es indispensable asegurar la continuidad de la integridad ecosistémica de la Cueva del Diablo para la conservación de *L. nivalis*.

Factores de presión

El desarrollo urbano constituye un factor de presión especialmente crítico para la Cueva del Diablo. Si bien la zona tiene asentamientos humanos desde la época prehispánica hasta 1980, la población se concentraba en ocho núcleos urbanos principales, entre ellos el de Santo Domingo Ocotitlán, el pueblo más cercano a la cueva. Hasta entonces, las estructuras construidas eran escasas, pequeñas y de bajo impacto.

A partir de los años 80, la belleza escénica y cultural del Parque Nacional El Tepozteco impulsó la migración, principalmente de la Ciudad de México y extranjeros, quienes en muchos casos llegan a la zona a vivir permanentemente (CONANP 2008).

La demanda de terrenos para el establecimiento de casas para este fin ha ocasionado el desmonte de zonas rurales para el establecimiento de zonas urbanizadas (CONANP 2008).

A finales de los 90 y principios de la década del 2000 había poca presencia de casas pequeñas en la zona aledaña a la cueva. Sin embargo, a partir de 2012 se establecieron nuevas construcciones de gran tamaño, ubicadas exactamente sobre lo que conforma el sistema de túneles de la cueva.

Destaca que, en algunas zonas el techo de la cueva es muy delgado y frágil y la presencia de desprendimientos parciales en los túneles, principalmente por el peso de las construcciones y la perturbación con maquinaria justo sobre la cueva durante las etapas de construcción (Ibarra-Macías obs. pers.).

La extensión de los túneles es de aproximadamente 2 km por debajo del terreno (figura 3). La entrada principal es uno de los cuatro accesos originales a la cueva. De éstos, sólo la entrada principal y una pequeña entrada en la propiedad de la familia Orcasitas¹ son accesibles en 2017. Las otras dos entradas se colapsaron por actividades humanas.

La remoción de bosque y cobertura vegetal es otro importante factor de presión para la población de *L. nivalis* en la Cueva del Diablo. Si bien, el área en la que se encuentra la cueva no cuenta ya con cobertura forestal, el establecimiento de zonas urbanas, principalmente casas habitación, está ocasionando una rápida

remoción de cobertura vegetal sobre y alrededor del lugar.

La remoción de especies vegetales como los cazahuates (*Ipomoea* sp.) y agaves tanto silvestres como cultivados es de especial importancia, debido a que estas plantas constituyen la principal fuente de alimento para la colonia de *L. nivalis* durante el invierno. La remoción de dicha cobertura por cambios en el uso del suelo amenaza las fuentes de alimento para los murciélagos durante su estancia en Cueva del Diablo (Sánchez y Medellín 2007, Galicia-Salinas 2013).

La remoción de la cubierta vegetal acarrea otros problemas menos evidentes como la disminución de la recarga de los mantos freáticos por filtración y el arrastre de suelos y azolve (CONANP 2008). En temporadas con precipitaciones importantes, el arrastre del suelo es evidente dentro de la cueva, en donde en los primeros metros de la entrada se acumulan grandes cantidades de lodo arrastrado por las lluvias desde la superficie.

Además de los factores de presión generados a nivel de terreno, la Cueva del Diablo se encuentra bajo una fuerte presión adicional por la visita regular de grupos de personas que entran a la cueva con fines religiosos, turísticos, deportivos o vandálicos.

En la actualidad, la Cueva del Diablo sigue siendo utilizada para realizar ritos religiosos o de brujería, por lo cual no es raro encontrar en los túneles altares, veladoras u ofrendas de diferentes tipos.

La cueva además se utiliza con fines de exploración por grupos espeleológicos o esparcimiento por el público en general, pero no se tiene conocimiento o registros confiables del número de visitantes, actividades y sitios visitados dentro de ésta. Por último, el vandalismo en las inmediaciones de la cueva es evidente por el sin número de grafitis, así como por la acumulación de basura alrededor y dentro de ella.

Cuando estas actividades se dan durante la temporada de apareamiento de la colonia de *L. nivalis*, la perturbación es tal que la colonia abandona su refugio principal dentro de la cueva, para moverse a áreas o túneles sub-óptimos o incluso abandonan el refugio (Ibarra-Macías obs. pers.).

Si bien la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) cuenta con un guardaparques que

¹ La familia Orcasitas es la propietaria de los terrenos debajo de los cuales se ubica la mayor proporción de los túneles de la cueva. El terreno, originalmente del padre, lo heredaron sus tres de sus hijos, quienes actualmente habitan en construcciones hechas encima de la cueva. Uno de los hermanos se encuentra actualmente contratado por la CONANP como vigilante de la Cueva del Diablo. Su principal función es la de llevar registro de los visitantes a la cueva.

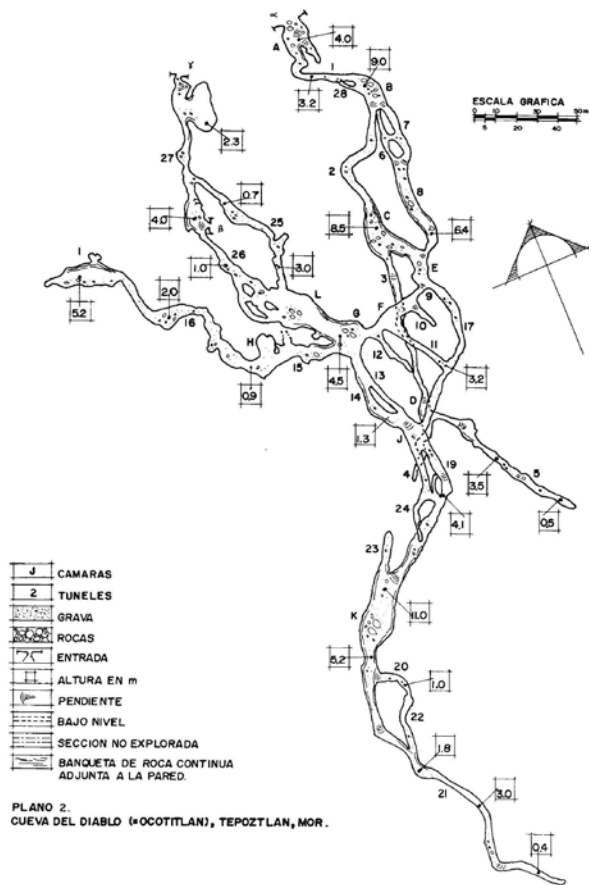


Figura 3. Distribución de los túneles de la Cueva del Diablo. Croquis de Cueva del Diablo. Fuente: tomado de Hoffman *et al.* 1986.

vive en terrenos de la cueva, es imposible controlar la entrada y las actividades de los visitantes dentro de la cueva para prevenir o mitigar el impacto.

Propuestas de manejo

Se proponen tres medidas concretas de manejo que ayuden a disminuir o eliminar las presiones a la población del *L. nivalis*, por lo menos durante los meses sensibles de invierno.

La primera es instalar una cerca de malla ciclónica que resguarde el perímetro alrededor de la entrada principal de la cueva (figura 4). Rodearía únicamente el perímetro (148 m aproximadamente) del terreno próximo inmediato a la entrada de la cueva y se ubicaría dentro de la propiedad de la familia Orcasitas, quienes son también los guardaparques de la cueva.

La localización y el perímetro propuestos para la cerca siguen fielmente el contorno natural de la depresión en la que se encuentra la entrada, y abarca la menor área posible. El trazo se estableció en coordinación con los dueños del terreno, quienes de manera voluntaria dedicarán la superficie dentro de la cerca a esta acción de manejo. La cerca tendría una puerta de acceso controlada con un candado cuya llave estaría en posesión del vigilante contratado por CONANP.

Dicha cerca se tendría que acompañar de señalizaciones para explicar la importancia biológica de la cueva, así como recomendaciones para una visita responsable para disminuir el impacto posible sobre la estructura física y la fauna de la cueva. Se resaltaría la relevancia de la cueva como refugio de apareamiento de *L. nivalis*.

La cerca no tendría por objetivo impedir el paso o entrada de visitantes. El objetivo principal sería que el guardaparques tuviera más control sobre quienes visiten la cueva, al llevar un registro de los motivos de la visita, además de tener la oportunidad de recalcar las prácticas para una visita responsable y respetuosa con el entorno.

Cabe señalar que el Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres (LECVT) del Instituto de Ecología de la UNAM, a través de financiamiento de organizaciones conservacionistas no gubernamentales (Bioconciencia, A.C. y *Bat Conservation International*) cuenta con los fondos y el personal para llevar a cabo estas acciones.

La segunda actividad concreta que se propone es la inclusión de la cueva en el plan de manejo del Parque Nacional Tepozteco. Con una nueva revisión de dicho plan, se podría asegurar que toda el área de la cueva y su zona de influencia quedara dentro de la zona de preservación.

A la fecha la Cueva del Diablo se encuentra dentro de la zona de uso tradicional, fuera del polígono designado como zona de preservación (CONANP 2008). El Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres busca colaborar con la CONANP en la elaboración de estudios justificativos y propuestas de manejo.

Es evidente que se realizan diversas actividades de construcción en los terrenos encima de la cueva y, al parecer, legalmente es imposible detenerlas.

Aunque se hagan las modificaciones al plan de manejo para incluir la cueva y su zona de influencia en la zona de preservación, el no contar con certeza sobre



Figura 4. Entrada principal de Cueva del Diablo vista desde adentro. En la imagen se ve el letrero informativo de CONANP sobre el Parque Nacional El Tepozteco y la Cueva del Diablo. Foto: Ana C. Ibarra-Macías.

la propiedad de los terrenos involucrados imposibilita que las acciones de conservación se cumplan de manera íntegra. Con base en lo anterior, surge la tercera propuesta en la que se sugiere la adquisición tanto de los terrenos ubicados sobre la cueva, como de un buffer o zona de amortiguamiento (a determinar).

Asimismo, se manejan varias opciones de compra que implican la participación de fondos privados, de organizaciones de la sociedad civil e incluso fondos federales (Ibarra-Macías com. pers.). Independientemente de quién aporte los recursos para la compra de dichos terrenos, la meta final es que esta zona quede bajo resguardo de la CONANP.

Conclusiones

La Cueva del Diablo resulta de vital importancia para la conservación del murciélago magueyero mayor en México. Hasta el momento, es la única cueva que se conoce como refugio de apareamiento en invierno de esta especie, a pesar de que en años recientes el grupo de trabajo del Instituto de Ecología de la UNAM, ha intensificado la búsqueda de refugios en el centro de México.

El murciélago magueyero mayor, especie nectarívora y migratoria, enfrenta graves problemas de conservación a lo largo de su distribución y ruta migratoria. Es por ello que, la Cueva del Diablo representa un reto, pero también la oportunidad de aplicar acciones de manejo concretas y localizadas que tengan un impacto inmediato, como la protección de los terrenos en los que se encuentra la cueva y el control de actividades en su interior en épocas cruciales para la especie.

Si bien este estudio de caso se enfoca en la Cueva del Diablo y *L. nivalis* dada la relevancia del sitio para la conservación de la especie, Morelos cuenta con sistemas de cuevas que son refugios potenciales de esta y otras especies de murciélagos y que albergan otros complementos de una gran diversidad biológica.

Muchas de estas cuevas se conocen poco y enfrentan presiones similares a la Cueva del Diablo, por lo que unificar criterios de conservación en estos sitios a nivel estatal permitiría crear una estrategia con alto impacto para la conservación de estos ecosistemas subterráneos en el estado.

Referencias

- Ammerman, L.K., M. McDonough, N.I. Hristov y T.H. Kunz. 2009. Census of the endangered Mexican long-nosed bat *Leptonycteris nivalis* in Texas, USA, using thermal imaging. *Endangered Species Research* 8:87-92.
- Arita, H.T. y K. Santos del Prado. 1999. Conservation biology of nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Mammalogy* 80(1):31-41.
- Ayuntamiento de Tepoztlán. 2009. *Programa de ordenamiento ecológico del territorio del municipio de Tepoztlán, Morelos*. Publicado el 21 de octubre de 2009 en el Periódico Oficial del Estado de Morelos "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- CONANP. 2008. *Anteproyecto Programa de manejo Parque Nacional El Tepozteco*. Dirección Regional Centro y Eje Neovolcánico- CONANP, México.
- Galicia-Salinas, R. 2013. *Ipomoea murocoides (Convolvulaceae) como recurso de invierno para Leptonycteris nivalis (Phyllostomidae) en Tepoztlán, Morelos, México*. Tesis de licenciatura en biología. UNAM, México.
- Hensley, A.P. y K.T. Wilkins. 1988. *Leptonycteris nivalis*. *Mammalian Species* 307:1-4.
- Hoffman, A., J.G. Palacios-Vargas y J.B. Morales-Malacara. 1986. *Manual de bioespeleología (con nuevas aportaciones de Morelos y Guerrero, México)*. UNAM, México, p. 102.
- Medellín, R. 1994. *Plan de recuperación del murciélago maguero (Leptonycteris nivalis)*. Region 2-U.S. Fish and Wildlife Service, Albuquerque.
- Moreno-Valdez, A., R. Honeycutt y W. Grant. 2004. Colony dynamic of *Leptonycteris nivalis* (Mexican long-nosed bat) related to flowering *Agave* in northern Mexico. *Journal of Mammalogy* 85:453-459.
- NMDGF. New Mexico Department of Game and Fish. 2016. *Threatened and endangered species of New Mexico. 2016 Biennial Review*. NMDGF, Nuevo México.
- Sánchez, R. y R.A. Medellín. 2007. Food habits of threatened bat *Leptonycteris nivalis* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a mating roots Mexico. *Journal of Natural History* 41:1753-1764.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- Torres, K.L. 2014. *Refugio de apareamiento de Leptonycteris nivalis, modelación y búsqueda de un recurso limitante*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias-UNAM, México.
- TPWD. Texas Parks and Wildlife Department. 2017. *Federal and state listed mammals in Texas*. En: <http://www.tpwd.texas.gov/hunt-wild/wild/wildlife_diversity/nongame/listed-species/mammals.phtml>, última consulta: 27 de junio de 2017.
- UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2017. *Lista Roja de especies amenazadas de la uicn. Versión 2016.3*. En: <<http://www.iucnredlist.org/details/11697/0>>, última consulta: 27 de junio de 2017.
- usFws. United States Fish and Wildlife Service. 2017. *Endangered species*. En: <<https://www.fws.gov/endangered/>>, última consulta: 27 de junio de 2017.
- Villa, B. 1966. *Los murciélagos de México*. UNAM, México.

Comercio ilegal de flora y fauna como amenaza a la biodiversidad

Inés Arroyo Quiroz, Laura Paulina Díaz Rentería y Francisco Navarrete Estrada

Introducción

Una vía para detectar y analizar las posibles causas que amenazan a la diversidad biológica es considerar los datos sobre comercio ilegal. El comercio ilegal ocupa un lugar preponderante a nivel global en cuanto a crímenes perpetrados en contra de la vida silvestre (Wyatt 2013, Nurse 2015, UNODC 2016a). El análisis de datos de comercio es una herramienta importante para tomar decisiones informadas en relación con el uso de especies sujetas a comercio.

A través de este tipo de análisis, es posible obtener imágenes instantáneas de problemáticas concretas en un momento determinado, así como tendencias para periodos más prolongados. Los datos de comercio ilegal combinados con conocimiento experto, pueden revelar situaciones en donde se necesite más investigación sobre el uso de ciertas especies o controles asociados, para asegurarse de que el aprovechamiento no sea perjudicial para la especie (Rosser y Haywood 2002, Smith *et al.* 2011).

En este trabajo se examina el comercio ilegal de la vida silvestre en Morelos por medio del análisis de los aseguramientos registrados en la entidad entre 2005 y 2015 (PROFEPA 2016). En dichos aseguramientos se incluyen especímenes vivos, muertos, partes y derivados de especies silvestres. El objetivo de este análisis es detectar aquellas especies sujetas a mayor comercio, así como regiones y mercados críticos.

Mientras los aseguramientos de vida silvestre (registros), se interpreten de manera cuidadosa, pueden utilizarse como indicadores para demostrar la presencia

de un problema. Sin embargo, por sí solos no indican la magnitud de éste ni ofrecen mucha luz sobre la efectividad en cuanto a la aplicación de la ley (UNODC 2016a).¹

El valor real de los aseguramientos no radica en la información que brindan sobre la parte actuante, sino más bien la información que aportan sobre el resto de la cadena de ilegalidad, es decir, dónde se extraen las especies, cómo se transportan y por cuáles rutas, los sitios de acopio y distribución, los sitios de venta local y en algunos casos, si estas especies llegan a las cadenas internacionales de tráfico ilegal.

Comercio ilegal en el estado

Durante el periodo 2005-2015 se obtuvo un registro de 776 aseguramientos, sumando un total de 341 280.66 ejemplares para Morelos. De estos aseguramientos, 647 (83.38% del total de eventos y 340 901.66 de los ejemplares), incluyeron grupos biológicos con distribución nacional (figura 1).

La pata de elefante o palma barrigona (*Beaucarnea recurvata*) fue la especie más abundante (figura 2), pero no tiene distribución en Morelos. Cabe mencionar que esta especie se encuentra en la lista de la NOM-059 (SEMARNAT 2010) en la categoría de especie amenazada (A).

El año con el mayor registro de aseguramientos fue 2013 (figura 3), mientras que los años con mayor número de ejemplares asegurados fueron 2010 (180 195 ejemplares asegurados) y 2011 (145 562; figura 4) y para *B. recurvata* se registró 99% de dichos aseguramientos.

¹ Los decomisos definitivos, como resultado de un procedimiento legal de índole administrativo o penal, sí pueden fungir como un indicador sobre la efectividad de actuación en la aplicación de la ley.

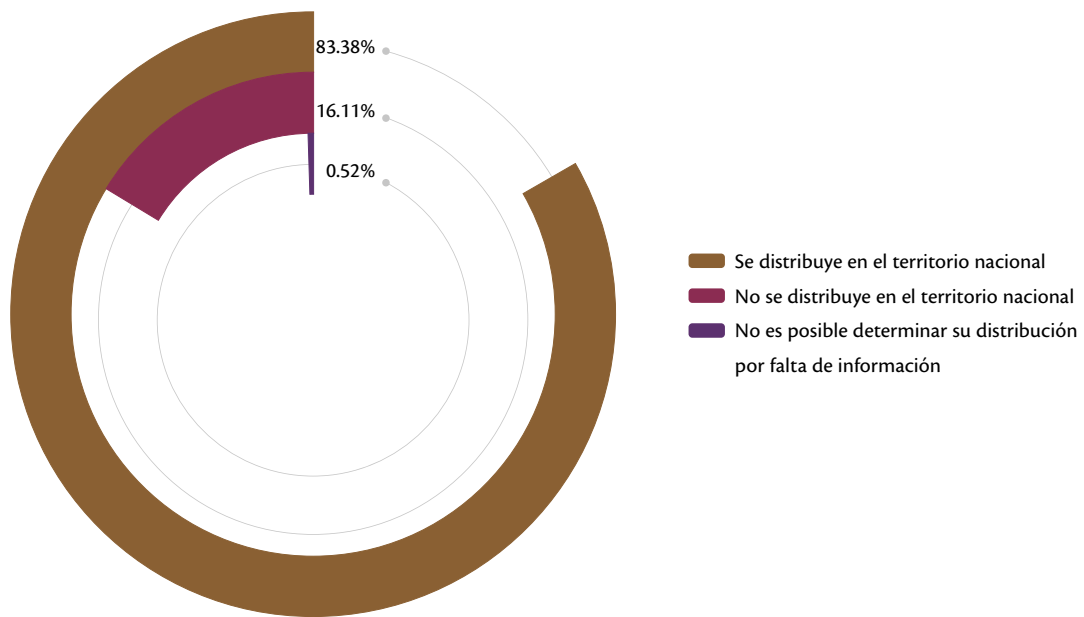


Figura 1. Registro de los 776 aseguramientos en Morelos en el periodo 2005-2015. Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

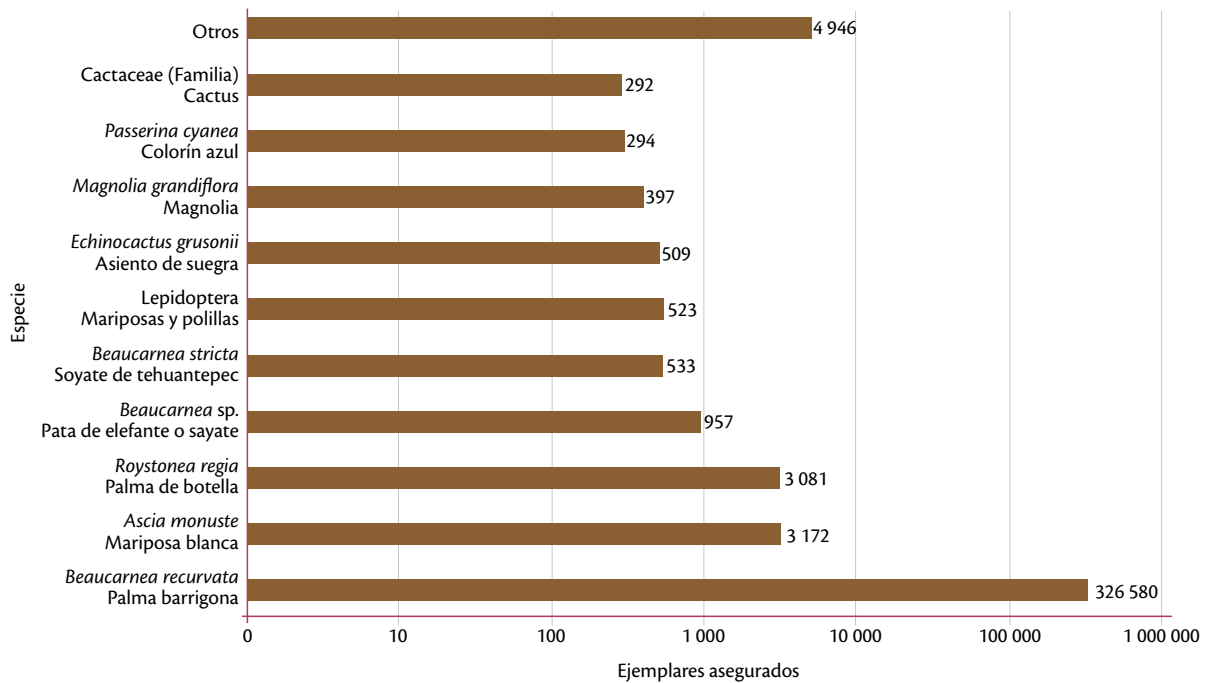


Figura 2. Distribución de abundancia de los ejemplares asegurados en Morelos durante el periodo 2005-2015. Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

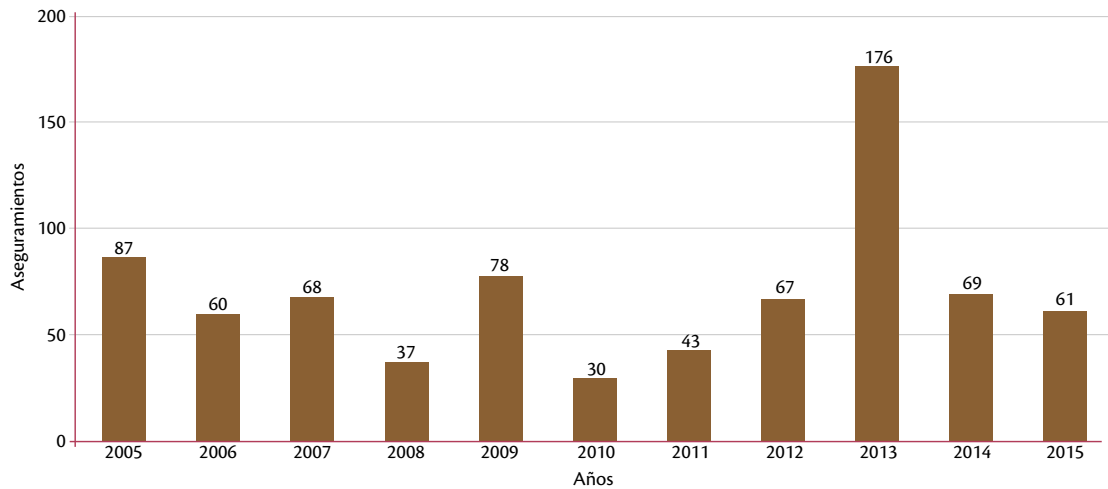


Figura 3. Registro del número de aseguramientos de vida silvestre en Morelos, para el periodo 2005-2015. Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

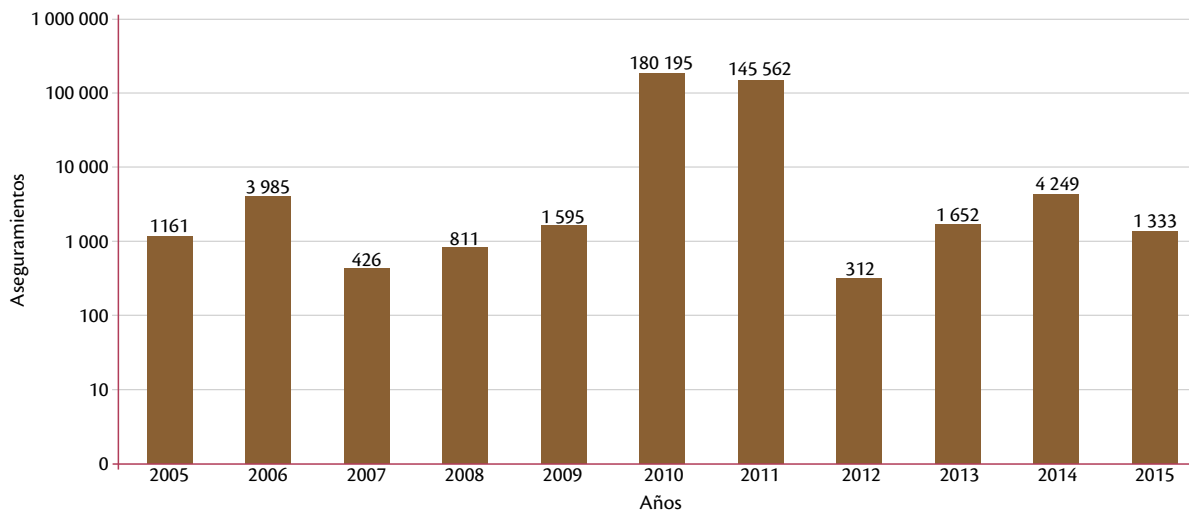


Figura 4. Número de ejemplares asegurados en Morelos, para el periodo 2005-2015. Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

Principales grupos biológicos comercializados ilegalmente

La distribución de especies en los aseguramientos varió año con año como se observa en el comparativo de los grupos más representativos en los aseguramientos para 2005, 2009 y 2015 (cuadro 1).

De los 647 aseguramientos de grupos biológicos con distribución nacional, 51.78% (335 registros) incluyó especies que se distribuyen en Morelos (figura 5), con un solo caso de especie endémica a dicha entidad, el maguey del pedregal o *mexcalmetl* (*Agave horrida*).

Las 121 especies silvestres que se reportan por tener distribución en Morelos pudieran estar siendo extraídas de los diversos ecosistemas para incorporarse a mercados ilegales de vida silvestre (cuadro 2; PROFEPA 2016). Las aves son el grupo taxonómico con mayor número de especies registradas (60) en aseguramientos.

Es importante hacer notar que, de las 121 especies silvestres registradas en los aseguramientos, algunas sobresalen por el número de ejemplares registrados (cuadro 3), lo que indica que pueden estar sujetas a una mayor presión de extracción.

Cuadro 1. Comparación de datos de los ejemplares asegurados para 2005, 2009 y 2015.

Grupo biológico/especie	2005	2009	2015
Plantas			
<i>Beaucarnea</i> sp.	419		
<i>B. recurvata</i>		15	453
<i>B. gracilis</i>		4	
<i>Mammillaria</i> sp.	132	225	
<i>Bombycilla cedrorum</i>	67		
<i>Echinocactus</i> sp.	15		
<i>Pleurothallis</i> sp.	16		
<i>Coryphantha elephantidens</i>	24		
<i>Coryphantha</i> sp.	4		
<i>Oncidium</i> sp.	9		
<i>Agave</i> sp.	5		
<i>A. horrida</i>	5		
<i>A. attenuata</i>	3		
<i>Phalaenopsis</i> sp.	3		
<i>Magnolia grandiflora</i>	1	70	
<i>Roystonea regia</i>		591	511
<i>Echeveria</i> sp.		106	
<i>Cycas revoluta</i>		81	
<i>Echinocereus</i> sp.		76	
<i>Dioon edule</i>		48	
<i>Haworthia</i> sp.*		54	
<i>Sapium macrocarpum</i>		17	
<i>Aloe</i> sp.		15	
<i>Dasyllirion acrotriche</i>		14	
<i>Marginatocereus marginatus</i> (sin. <i>Pachycereus marginatus</i>)		14	
<i>Pachycereus grandis</i>		12	
<i>Opuntia</i> sp.		13	
<i>O. rufida</i>		11	
<i>Crassula</i> sp.		11	
<i>Gymnocalyx</i> sp.*		10	
<i>Cereus</i> sp.*		9	
<i>C. repandus</i> *		8	
<i>Zamia furfuracea</i>		9	
<i>Acalypha mollis</i>		6	
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>		6	
<i>Ferocactus</i> sp.		5	
<i>Cycas circinalis</i> *		3	
<i>Stenocereus</i> sp.		3	
<i>Cyathea firma</i>			1
Familia Cactaceae	286	6	
Orden Asparagales		39	
Subfamilia Agavoideae		12	
Aves			
<i>Passerina caerulea</i>			2
<i>P. ciris</i>		1	
<i>Spinus pinus</i>	5		
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	2	1	
<i>Agapornis personatus</i> *	4		20
<i>A. roseicollis</i> *	6		

Grupo biológico/especie	2005	2009	2015
<i>Eupsittula canicularis</i>	12		1
<i>Bombycilla cedrorum</i>	67		
<i>Pavo cristatus</i> *	31	6	
<i>Zenaida macroura</i>	13		7
<i>Amazona autumnalis</i>	3	2	2
<i>A. albifrons</i>	2		
<i>A. farinosa</i>		1	4
<i>A. oratrix</i>			12
<i>A. europalliata</i>			4
<i>Myadestes occidentalis</i>	3	1	
<i>Parabuteo unicinctus</i>	2	1	1
<i>Cyanocorax colliei</i>	2		
<i>Lonchura oryzivora</i> *	2		
<i>L. punctulata</i> *		1	
<i>Platycercus</i> sp.*	2		
<i>Ara</i> sp.			6
<i>A. militaris</i>	1		17
<i>A. milglod</i>			1
<i>A. rubrogenys</i>			1
<i>A. macao</i>			28
<i>A. chloroptera</i>			5
<i>A. ararauna</i>			3
<i>Argus argusianus</i> *		3	
<i>Caracara plancus</i>		3	
<i>Tyto alba</i>		3	
<i>Rhynchopsitta terrisi</i>			2
<i>Coracopsis vasa</i> *			3
<i>Acryllium vulturinum</i> *		2	
<i>Tauraco fischeri</i> *		2	
<i>Passerina cyanea</i>		1	
<i>Psittacus erithacus</i>		1	
<i>Ptilogonys cinereus</i>			1
<i>Pyrocephalus rubinus</i>			1
<i>Oreothlypis celata</i> (sin. <i>Leiothlypis celata</i>)			1
<i>Pionites melanocephala</i>			2
<i>Deroytus accipitrinus</i>			2
<i>Cacatua alba</i> *			3
<i>Coracopsis vasa</i>			3
<i>Eclectus roratus</i> *			5
<i>Diopsittaca nobilis</i> *			6
<i>Sporophila traqueola</i>			7
<i>Psittacus erithacus</i> *			8
<i>Ammodramus savannarum</i>			16
<i>Psittacula krameri</i> *			30
<i>Passerina cyanea</i>			112
Orden Columbiformes			2
Mamíferos			
<i>Nasua narica</i>	1	2	1
<i>Odocoileus virginianus</i>	19	22	27
<i>Panthera leo</i> *	6	1	
<i>P. tigris</i>	1		

Cuadro 1. Continuación.

Grupo biológico/especie	2005	2009	2015
Mamíferos			
<i>Lama sp.*</i>		2	
<i>L. guanicoe*</i>	4		
<i>L. glama*</i>		7	1
<i>Ateles geoffroyi</i>	1	5	
<i>Camelus dromedarius*</i>	1	2	
<i>Canis latrans</i>	1		2
<i>Pecari tajacu</i>	1		1
<i>Dasyprocta fuliginosa*</i>	1		
<i>Dasyus novemcinctus</i>	1		
<i>Leopardus pardalis</i>	1		
<i>Loxodonta africana*</i>	1		
<i>Camelus sp.</i>		1	
<i>Pan troglodytes*</i>	1		
<i>Procyon lotor</i>	1		
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1		
<i>Mustela putorius*</i>		1	
<i>Papio hamadryas*</i>		1	
<i>Leopardus wiedii</i>		1	
<i>Artiodactyla spp.</i>			5
Reptiles			
<i>Heloderma horridum</i>	1		
<i>Boa constrictor</i>	6		2
<i>Crotalus durissus</i>	2	1	
<i>Crotalus sp.</i>	2		1
<i>C. basiliscus</i>	2		
<i>C. atrox</i>	1		
<i>Iguana iguana</i>	5	2	1

*Especies exóticas. Fuente: elaboración propia.

Grupo biológico/especie	2005	2009	2015
<i>Trachemys scripta</i>	5		1
<i>Pantherophis guttatus</i>	3		
<i>Python sp.*</i>	1	1	
<i>P. bivittatus*</i>	2		
<i>P. regius*</i>	2		
<i>P. curtus*</i>	1		
<i>Apalone ferox</i>	1		
<i>A. spinifera</i>		1	
<i>Apalone sp.</i>			1
<i>Physignathus cocincinus*</i>	1		
<i>Caiman crocodilus</i>	1		
<i>Crocodylus moreletii</i>	1		
<i>Gopherus sp.</i>		1	
<i>Ctenosaura pectinata</i>			2
<i>Pseudoficimia frontalis</i>			3
<i>Chelonoidis carbonarius</i>			3
<i>Masticophis mentovarius</i>	1		
<i>Varanus niloticus*</i>	1		
Familia Iguanidae			2
Anfibios			
<i>Hyla sp.</i>		2	
Invertebrados			
<i>Brachypelma vagans</i>	1		
<i>B. smithi</i>		1	
<i>Pandinus imperator</i>		1	
Sin dato		18	
Conteo de grupos	65	65	50
Número de aseguramientos	1 161	1 595	1 330

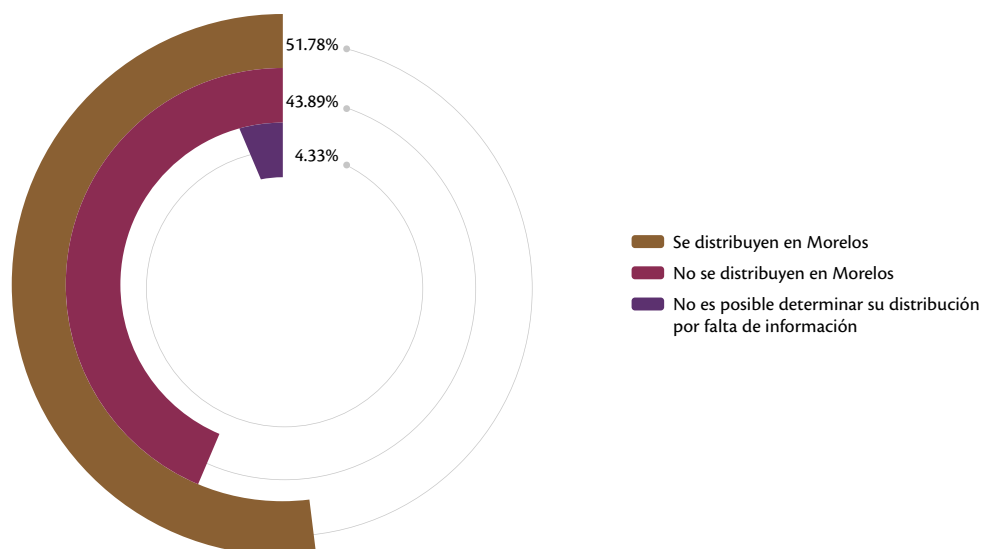


Figura 5. Distribución de especies presentes en Morelos en los 647 aseguramientos efectuados en el estado para el periodo 2005-2015, en los que se registraron grupos biológicos que habitan en México. Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

Cuadro 2. Listado de las especies registradas en Morelos para el periodo 2005-2015, en los 335 aseguramientos que incluyeron 3 346 unidades de mercancía.

Especies	NOM-059*	UICN***
Mamíferos		
1. <i>Bassariscus astutus</i>	**	LC
2. <i>Canis latrans</i>	Sin categoría	LC
3. <i>Dasyopus novemcinctus</i>	Sin categoría	LC
4. <i>Didelphis virginiana</i>	Sin categoría	LC
5. <i>Herpailurus yagouaroundi</i>	A	LC
6. <i>Leopardus pardalis</i>	P	LC
7. <i>L. wiedii</i>	P	NT
8. <i>Lynx rufus</i>	Sin categoría	LC
9. <i>Mephitis macroura</i>	Sin categoría	LC
10. <i>Mustela frenata</i>	Sin categoría	LC
11. <i>Nasua narica</i>	Sin categoría	LC
12. <i>Odocoileus virginianus</i>	Sin categoría	LC
13. <i>Panthera onca</i>	P	NT
14. <i>Pecari tajacu</i>	Sin categoría	LC
15. <i>Proboscidea</i> sp.	NA	NA
16. <i>Procyon lotor</i>	**	LC
17. <i>Sylvilagus floridanus</i>	Sin categoría	LC
18. <i>Sciurus oculatus</i>	Pr	LC
19. <i>Urocyon</i> sp.	NA	NA
20. <i>U. cinereoargenteus</i>	Sin categoría	LC
Aves		
1. <i>Accipiter cooperii</i>	Pr	LC
2. <i>Ammodramus savannarum</i>	Sin categoría	LC
3. <i>Anas platyrhynchos</i>	**	LC
4. <i>Anser albifrons</i>	Sin categoría	LC
5. <i>Aratinga holochlora</i>	A	Sin estatus
6. <i>Arremon virenticeps</i>	Sin categoría	LC
7. <i>Bombycilla cedrorum</i>	Sin categoría	LC
8. <i>Bubo virginianus</i>	A	LC
9. <i>Buteo jamaicensis</i>	Pr	LC
10. <i>Cacatua moluccensis</i>	Sin categoría	VU
11. <i>Catharus occidentalis</i>	Sin categoría	LC
12. <i>Chondestes grammacus</i>	Sin categoría	LC
13. <i>Colinus virginianus</i>	**	Nt
14. <i>Columbiformes</i> sp.	NA	NA
15. <i>Cyrtonyx montezumae</i>	Pr	LC
16. <i>Dendrocygna autumnalis</i>	Sin categoría	Sin estatus
17. <i>Eupsittula canicularis</i>	Pr	LC
18. <i>Falco columbarius</i>	Sin categoría	LC
19. <i>F. sparverius</i>	Sin categoría	LC
20. <i>Haemorhous mexicanus</i>	**	LC
21. <i>Icterus cucullatus</i>	Sin categoría	LC
22. <i>I. galbula</i>	Sin categoría	LC
23. <i>I. spurius</i>	**	LC
24. <i>I. wagleri</i>	Sin categoría	LC
25. <i>Leiothlypis celata</i>	Sin categoría	LC

Especies	NOM-059*	UICN***
26. <i>Melanotis caerulescens</i>	**	LC
27. <i>Mimus polyglottos</i>	Sin categoría	LC
28. <i>Momotus mexicanus</i>	Sin categoría	LC
29. <i>Myadestes occidentalis</i>	Pr	LC
30. <i>Myiopsitta monachus</i>	Sin categoría	LC
31. <i>Ortalis poliocephala</i>	Sin categoría	LC
32. <i>Parabuteo unicinctus</i>	Pr	LC
33. <i>Passerina amoena</i>	Sin categoría	LC
34. <i>P. caerulea</i>	Sin categoría	LC
35. <i>P. ciris</i>	Pr	NT
36. <i>P. cyanea</i>	Sin categoría	LC
37. <i>P. leclancherii</i>	Sin categoría	LC
38. <i>P. versicolor</i>	Sin categoría	LC
39. <i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Sin categoría	LC
40. <i>Peucaea botterii</i>	Sin categoría	LC
41. <i>P. ruficauda</i>	Sin categoría	LC
42. <i>Pheucticus melanocephalus</i>	Sin categoría	LC
43. <i>Philortyx fasciatus</i>	Sin categoría	LC
44. <i>Piaya cayana</i>	Sin categoría	LC
45. <i>Platycercus</i> sp.	NA	NA
46. Psittaciformes (Orden)	NA	NA
47. <i>Ptiliononyx cinereus</i>	Sin categoría	LC
48. <i>Pyrocephalus rubinus</i>	Sin categoría	LC
49. <i>Quiscalus mexicanus</i>	Sin categoría	LC
50. <i>Siproeta</i> sp.	NA	NA
51. <i>Spinus pinus</i>	Sin categoría	Sin estatus
52. <i>S. psaltria</i>	Sin categoría	LC
53. <i>Sporophila torqueola</i>	Sin categoría	LC
54. <i>Toxostoma curvirostre</i>	Sin categoría	LC
55. <i>Turdus rufopalliatus</i>	**	LC
56. <i>Tyto alba</i>	Sin categoría	LC
57. <i>Volatinia jacarina</i>	Sin categoría	LC
58. <i>Zenaida</i> sp.	NA	NA
59. <i>Z. asiatica</i>	Sin categoría	Sin estatus
60. <i>Z. macroura</i>	Sin categoría	LC
Reptiles		
1. <i>Agkistrodon bilineatus</i>	Pr	NT
2. <i>Boa constrictor</i>	A	Sin estatus
3. <i>Crotalus</i> sp.	NA	NA
4. <i>C. molossus</i>	Pr	LC
5. <i>Ctenosaura pectinata</i>	A	Sin estatus
6. <i>Heloderma horridum</i>	A	LC
7. <i>Kinosternon</i> sp.	NA	NA
8. <i>K. integrum</i>	Pr	LC
9. <i>Lampropeltis micropholis</i>	Sin categoría	LC
10. <i>Masticophis mentovarius</i>	Sin categoría	LC
11. <i>Micrurus laticollaris</i>	Sin categoría	LC

Cuadro 2. Continuación.

Especies	NOM-059*	UICN***
Reptiles		
12. <i>Pituophis</i> sp.	NA	NA
13. <i>Pseudoficimia frontalis</i>	Sin categoría	LC
14. <i>Sistrurus</i> sp.	NA	NA
15. <i>Trachemys scripta</i>	Pr	LC
Anfibios		
1. <i>Hyla</i> sp.	NA	NA
2. <i>Rana</i> sp.	NA	NA
Invertebrados		
1. <i>Brachypelma smithi</i>	A	NT
2. <i>B. vagans</i>	Sin categoría	Sin estatus
3. <i>Danaus plexippus</i>	Pr	Sin estatus
4. <i>Dione juno</i>	Sin categoría	Sin estatus
5. Lepidoptera	NA	NA
6. <i>Papilio</i> sp.	NA	NA
Plantas		
1. <i>Acalypha mollis</i>	Sin categoría	Sin estatus
2. <i>Agave horrida</i>	Sin categoría	Sin estatus

*NOM-059: En peligro de extinción (P); amenazadas (A); y sujetas a protección especial (Pr). **Algunas subespecies sí se enlistan en la NOM-059.

***UICN: En peligro (EN); vulnerable (VU); casi amenazada (NT); datos insuficientes (DD). No aplica (NA). Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

Especies	NOM-059*	UICN***
3. <i>Agave</i> sp.	NA	NA
4. Subfamilia Agavoideae	NA	NA
5. <i>Aloe</i> sp.	NA	NA
6. <i>Coryphantha elephantidens</i>	**	LC
7. <i>Coryphantha</i> sp.	NA	NA
8. <i>Echeveria</i> sp.	NA	NA
9. <i>Echinocereus</i> sp.	NA	NA
10. <i>Mammillaria</i> sp.	NA	NA
11. <i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Sin categoría	LC
12. <i>Oncidium</i> sp.	NA	NA
13. <i>Opuntia</i> sp.	NA	NA
14. <i>Pachycereus grandis</i>	Sin categoría	VU
15. <i>Pachypodium lamerei</i>	Sin categoría	Sin estatus
16. <i>Pleurothallis</i> sp.	NA	NA
17. <i>Sapium macrocarpum</i>	A	VU
18. <i>Stenocereus</i> sp.	NA	NA

Cuadro 3. Cuento de ejemplares asegurados de las especies con distribución en Morelos en el periodo 2005-2015.

Especies	Ejemplares asegurados
Mamíferos	
<i>Odocoileus virginianus</i>	151
<i>Nasua narica</i>	11
<i>Canis latrans</i>	8
<i>Sylvilagus floridanus</i>	7
<i>Bassariscus astutus</i>	4
<i>Lynx rufus</i>	4
<i>Panthera onca</i>	4
<i>Pecari tajacu</i>	4
<i>Proboscidea</i> sp.	4
<i>Procyon lotor</i>	4
<i>Leopardus wiedii</i>	3
<i>Dasybus novemcinctus</i>	2
<i>Didelphis virginiana</i>	2
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	1
<i>Leopardus pardalis</i>	1
<i>Mephitis macroura</i>	1
<i>Mustela frenata</i>	1
<i>Sciurus oculatus</i>	1
<i>Urocyon</i> sp.	1
<i>U. cinereoargenteus</i>	1

Especies	Ejemplares asegurados
Aves	
<i>Passerina cyanea</i>	294
<i>Haemorhous mexicanus</i>	87
<i>Bombcilla cedrorum</i>	76
<i>Miopsitta monachus</i>	43
<i>Passerina caerulea</i>	34
<i>P. leclancherii</i>	34
<i>Icterus wagleri</i>	28
<i>Zenaida macroura</i>	28
<i>Myadestes occidentalis</i>	27
<i>Eupsittula canicularis</i>	26
<i>Melanotis caerulescens</i>	20
<i>Passerina ciris</i>	17
<i>Zenaida asiatica</i>	17
<i>Ammodramus savannarum</i>	16
<i>Parabuteo unicinctus</i>	16
<i>Sporophila torqueola</i>	11
<i>Ptiliogonys cinereus</i>	10
<i>Anas platyrhynchos</i>	7
<i>Passerina versicolor</i>	7
<i>Turdus rufopalliatu</i>	6

Cuadro 3. Continuación.

Especies	Ejemplares asegurados
Aves	
<i>Anser albifrons</i>	5
<i>Passerina amoena</i>	5
<i>Siproeta</i> sp.	5
<i>Spinus pinus</i>	5
<i>Chondestes grammacus</i>	4
<i>Falco sparverius</i>	4
<i>Icterus spurius</i>	4
<i>Mimus polyglottos</i>	4
<i>Bubo virginianus</i>	3
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	3
<i>Icterus galbula</i>	3
<i>Momotus mexicanus</i>	3
<i>Spinus psaltria</i>	3
<i>Tyto alba</i>	3
<i>Volatinia jacarina</i>	3
<i>Zenaida</i> sp.	3
<i>Catharus occidentalis</i>	2
Orden Columbiformes	2
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	2
<i>Falco columbarius</i>	2
<i>Peucaea botterii</i>	2
<i>Peucaea ruficauda</i>	2
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	2
<i>Philortyx fasciatus</i>	2
<i>Platycercus</i> sp.	2
<i>Aratinga holochlora</i>	1
<i>Arremon virenticeps</i>	1
<i>Buteo jamaicensis</i>	1
<i>Cacatua moluccensis</i>	1
<i>Colinus virginianus</i>	1
<i>Icterus cucullatus</i>	1
<i>Leiothlypis celata</i>	1
<i>Ortalis poliocephala</i>	1
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	1
<i>Piaya cayana</i>	1
Orden Psittaciformes	1
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1
<i>Quiscalus mexicanus</i>	1
<i>Toxostoma curvirostre</i>	1
<i>Accipiter cooperii</i>	1
Reptiles	
<i>Trachemys scripta</i>	170
<i>Ctenosaura pectinata</i>	116

Especies	Ejemplares asegurados
<i>Kinosternon integrum</i>	33
<i>Boa constrictor</i>	12
<i>Crotalus</i> sp.	6
<i>Heloderma horridum</i>	3
<i>Kinosternon</i> sp.	3
<i>Pseudoficimia frontalis</i>	3
<i>Crotalus molossus</i>	2
<i>Lampropeltis micropholis</i>	2
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	2
<i>Masticophis mentovarius</i>	1
<i>Micrurus laticollaris</i>	1
<i>Pituophis</i> sp.	1
<i>Sistrurus</i> sp.	1
Anfibios	
<i>Hyla</i> sp.	63
<i>Rana</i> sp.	2
Invertebrados	
Orden Lepidoptera	523
<i>Papilio</i> sp.	262
<i>Dione juno</i>	210
<i>Danaus plexippus</i>	53
<i>Brachypelma vagans</i>	1
<i>B. smithi</i>	1
Plantas	
<i>Mammillaria</i> sp.	358
<i>Echeveria</i> sp.	106
<i>Echinocereus</i> sp.	76
<i>Sapium macrocarpum</i>	51
Subfamilia Agavoideae	47
<i>Coryphantha elephantidens</i>	27
<i>Pleurothallis</i> sp.	16
<i>Aloe</i> sp.	15
<i>Opuntia</i> sp.	13
<i>Pachycereus grandis</i>	12
<i>Oncidium</i> sp.	9
<i>Acalypha mollis</i>	6
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	6
<i>Agave</i> sp.	5
<i>A. horrida</i>	5
<i>Coryphantha</i> sp.	4
<i>Pachypodium lamerei</i>	4
<i>Stenocereus</i> sp.	3

Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

Entre los mamíferos destacó el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con 151 ejemplares asegurados; mientras que para las aves el colorín azul (*Passerina cyanea*) y el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) registraron 294 y 81 ejemplares respectivamente. Por su parte, los reptiles con mayor número de registros fueron la tortuga de orejas rojas (*Trachemys scripta*) y la iguana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*) con 170 y 116 ejemplares asegurados, respectivamente.

Entre los invertebrados destacaron las palomillas y mariposas cometa con 785 ejemplares asegurados, en tanto que las plantas de los géneros *Mammillaria* y *Echeveria* tuvieron 358 y 106 registros cada uno. El grupo de los anfibios fue el que menor número de registros tuvo, con 65 ejemplares pertenecientes a los géneros *Hyla* (n=61 para el año 2007 y n=2 en el 2009) y *Rana* (n=2 en 2008).

También se registraron aseguramientos de ejemplares vivos de especies no nativas a Morelos o incluso al país (cuadro 2), lo que puede implicar un riesgo para la biodiversidad nativa en caso de liberación no ponderada de ejemplares comprados ya sea legal o ilegalmente (Álvarez-Romero *et al.* 2008).

Por el tipo de especies o grupos de especies aseguradas se puede inferir que las principales amenazas son

la extracción para el mercado de plantas de ornato y mascotas (p.e. patas de elefante, aves como la cacatúa moluqueña o el perico mexicano, reptiles como la boa constrictor o la tortuga casquito, o bien arácnidos como las tarántulas del género *Brachypelma*).

Tipología de usuarios

Cuando se hace un análisis de la frecuencia de aseguramientos en relación con la tipología de usuarios de las especies, los más representativos tienen como denominador común el manejo de ejemplares (vivos o muertos) y no partes y derivados (figuras 6 y 7). Por ejemplo, la frecuencia de aseguramientos fue mayor para personas físicas, probablemente personas que albergaban en sus residencias flora y fauna sin certificados o permisos.

Si se relaciona la tipología de usuarios con el mayor número de ejemplares asegurados, en primer lugar, están los predios o instalaciones que manejan vida silvestre (PIMVS). Estos lugares usualmente mantienen, reproducen y/o venden ejemplares autorizados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) a través de permisos y aprovechamientos para el mercado de mascotas o plantas de ornato.

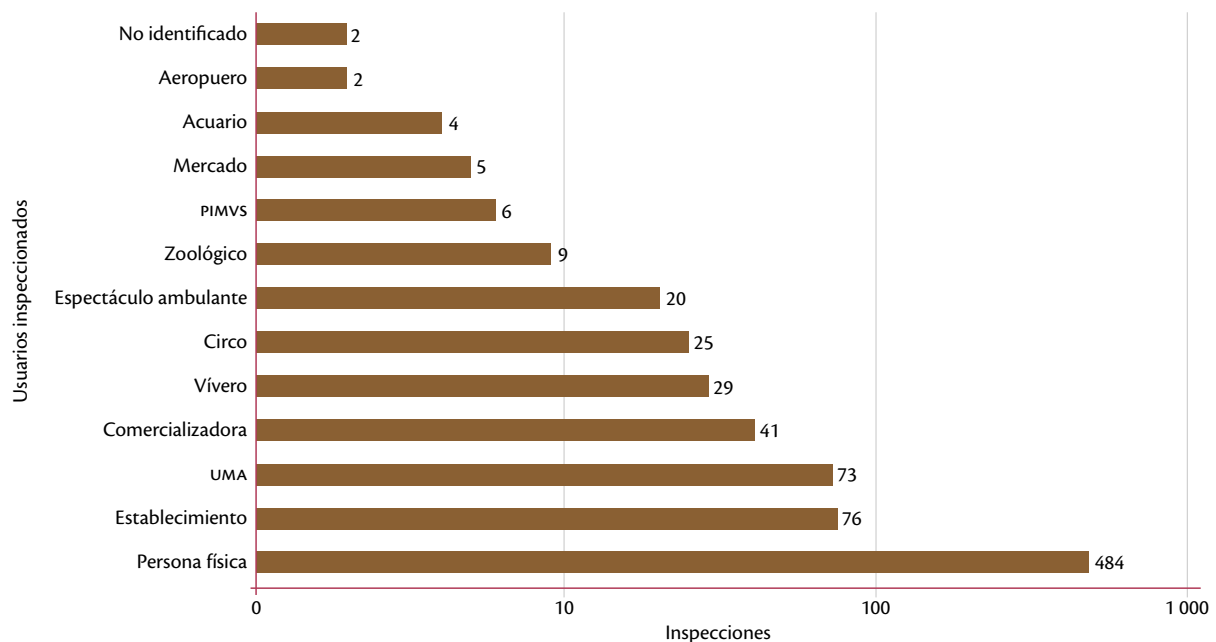


Figura 6. Tipología de usuarios de especies inspeccionadas por PROFEPA en Morelos 2005-2015. PIMVS: Predios o instalaciones que manejan vida silvestre; UMA: unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre. Fuente: PROFEPA 2016.

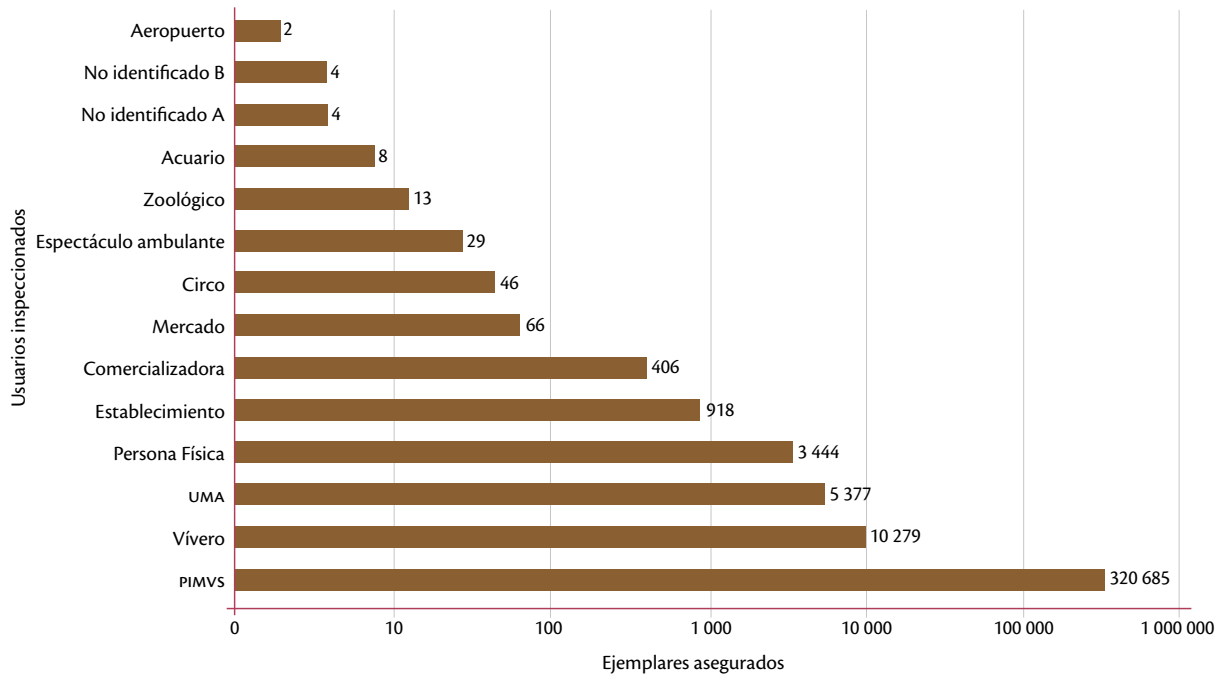


Figura 7. Cantidades relativas de ejemplares o unidades aseguradas de acuerdo con la tipología de usuarios de especies inspeccionados por PROFEPA en Morelos 2005-2015. PIMVS: Predios o instalaciones que manejan vida silvestre; UMA: unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre. Fuente: PROFEPA 2016.

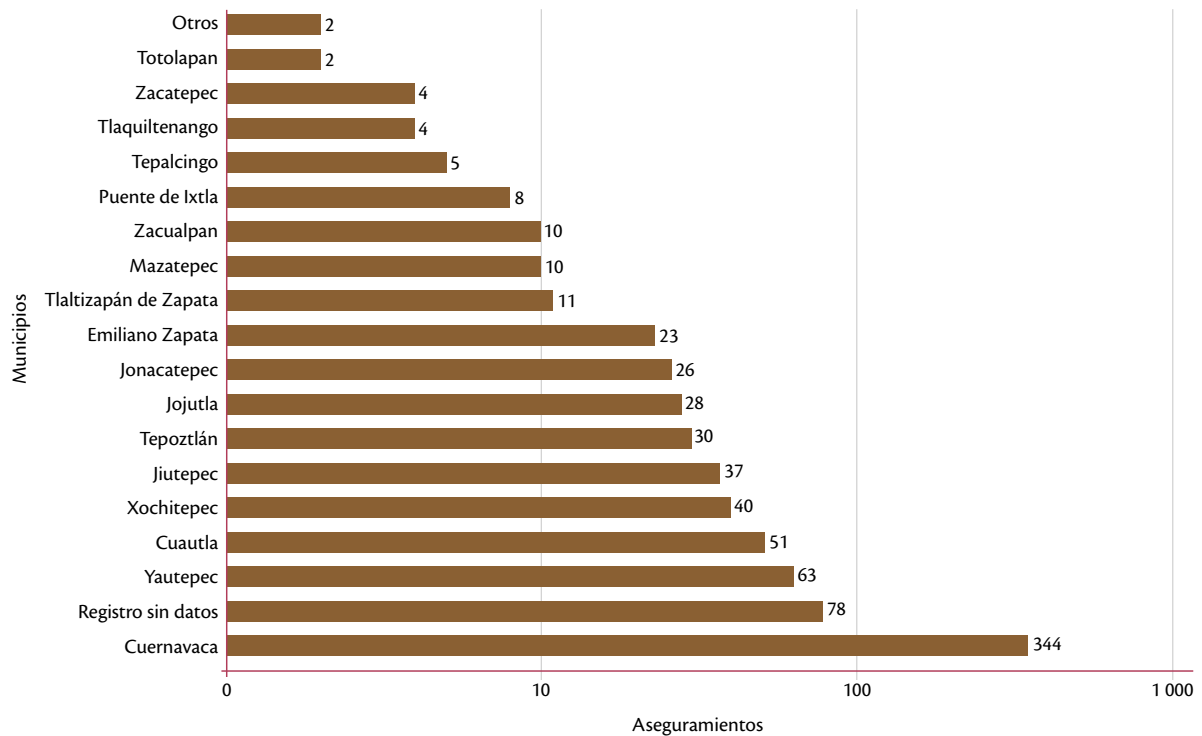


Figura 8. Conteo de aseguramientos de ejemplares de vida silvestre en municipios de Morelos en el periodo 2005-2015. Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

En los PIMVS inspeccionados se aseguraron principalmente plantas patas de elefante o soyates (*Beaucarnea*, 320 676 ejemplares), las cuales se emplean como de ornato (Hernández 1993). Los ejemplares restantes (9) fueron individuos de erizo africano (*Atelerix albiventris*), una especie no nativa, que probablemente tendrían destino en el mercado de mascotas.

Localización del comercio ilegal de especies en el estado

En cuanto a la distribución geográfica de los aseguramientos, los municipios con mayor número en Morelos en el periodo 2005-2015 fueron: Cuernavaca con 344 (44%), Yautepec con 63 (8%), Cuautla con 51 (7%), y Xochitepec con 40 (5%; figura 8). Sin embargo, si se considera el número de ejemplares asegurados, el orden de importancia de los municipios varía ya que Jojutla presenta un total de 321 916, mientras que Cuautla 9 089, y Cuernavaca 3 645 (figura 9).

Los siete municipios con los conteos más numerosos tienen como común denominador una alta densidad poblacional, y que forman parte de zonas conurbadas de núcleos poblacionales importantes. Ambas condiciones

los convierte en zonas con altos índices de cambio de uso del suelo (vegetación nativa a terreno agropecuario para finalmente ser fraccionados como terrenos urbanos) y en importantes centros de demanda de especies silvestres, lo que se refleja en la incidencia de aseguramientos de ejemplares vivos, tanto de plantas como de animales, comúnmente usados para colecciones privadas o para su comercialización en mercados y viveros locales.

Finalmente, es importante hacer notar que la demanda por ejemplares vivos varía entre estos municipios. Para ejemplificar esto, las figuras 10 y 11, muestran los datos reportados en los aseguramientos de dos municipios representativos: Cuernavaca y Cuautla.

Conclusiones

Posiblemente, la demanda de ejemplares vivos presenta variables ligadas a la falta de arraigo y poca valoración de los recursos naturales autóctonos existentes, fenómeno que se observa históricamente en otras regiones del país y que significa una amenaza para la biodiversidad (Naranjo *et al.* 2009, Alvarado 2012, Sarukhán *et al.* 2012, UNODC 2016b).

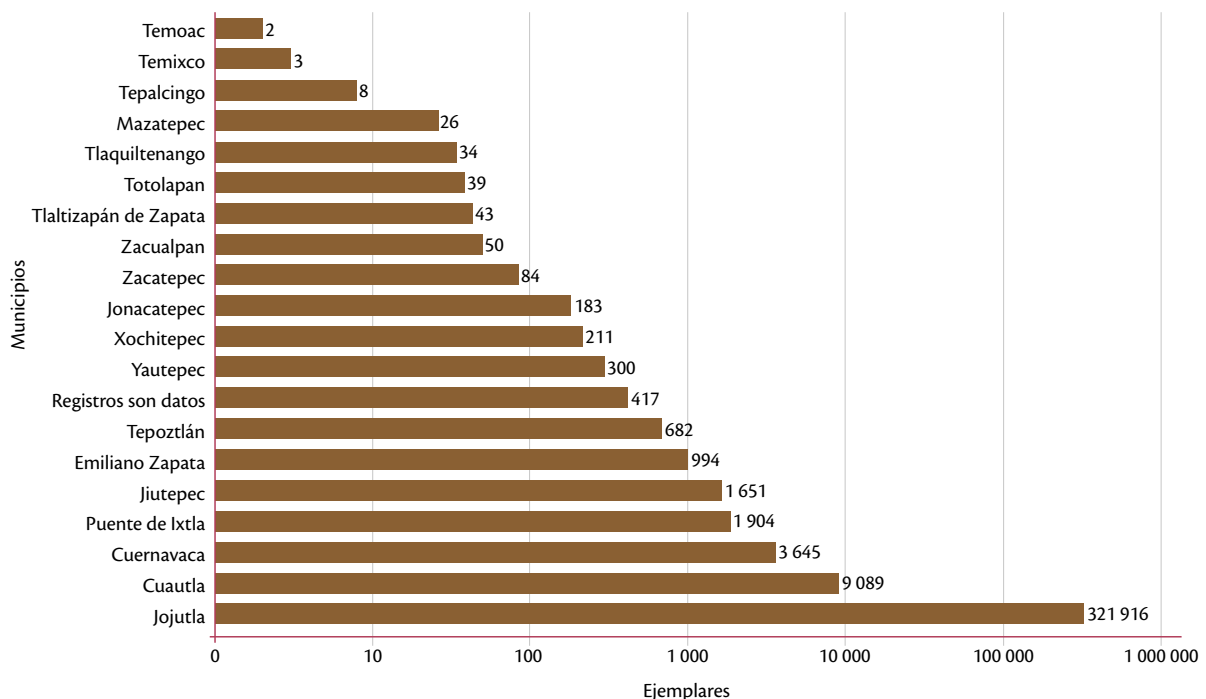


Figura 9. Conteo de ejemplares de vida silvestre asegurados en municipios de Morelos en el periodo 2005-2015. Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

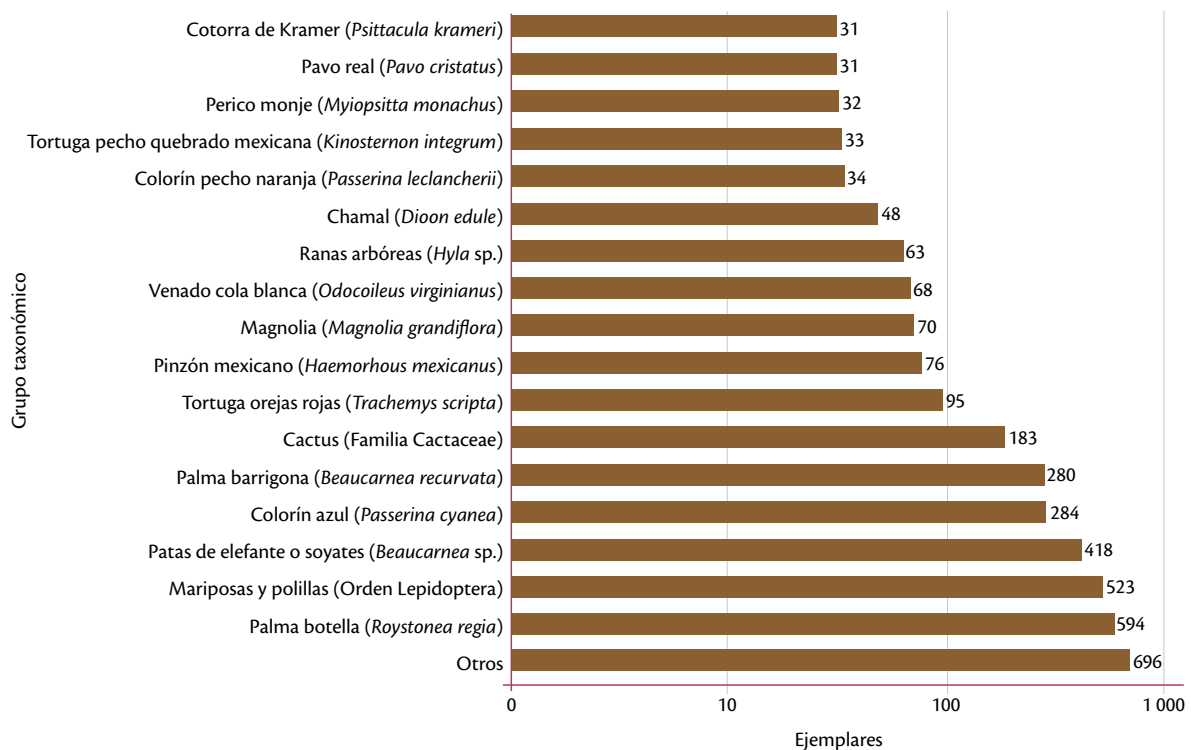


Figura 10. Aseguramientos en el municipio de Cuernavaca por grupo taxonómico en el periodo 2005-2015. Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

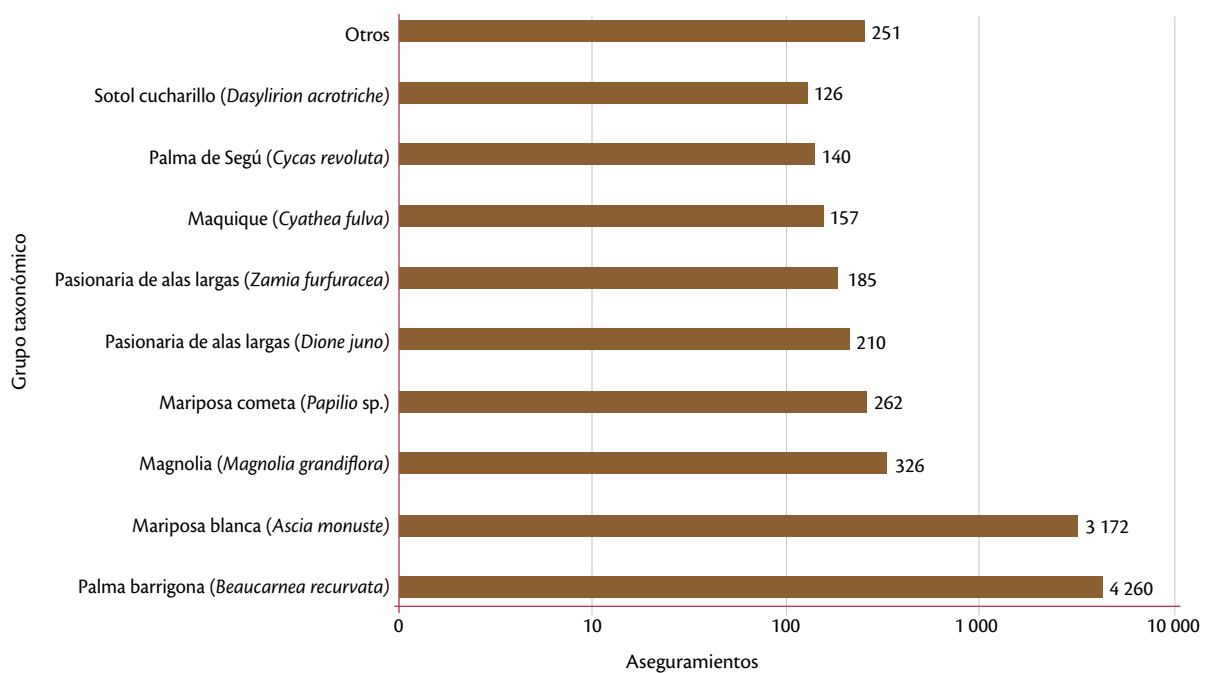


Figura 11. Aseguramientos en el municipio de Cuautla por grupo taxonómico en el periodo 2005-2015. Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

El uso que se le confiere a la vida silvestre se construye socialmente y varía de acuerdo con cada cultura y al significado que se le da dentro de determinada sociedad (Nurse 2016). Algunas culturas pueden considerar a la vida silvestre como un recurso vital explotable, mientras que otras pueden considerar que la vida silvestre debería ser protegida por su valor intrínseco y ser resguardada para generaciones futuras (Freese 1998, Manfredo 2008).

Las investigaciones, el diseño de políticas y el cumplimiento efectivo de aplicación de la ley en relación con crímenes en contra de la vida silvestre en Morelos requerirán del desarrollo de un enfoque de justicia ambiental y ecológica (White 2008, Nurse 2016).

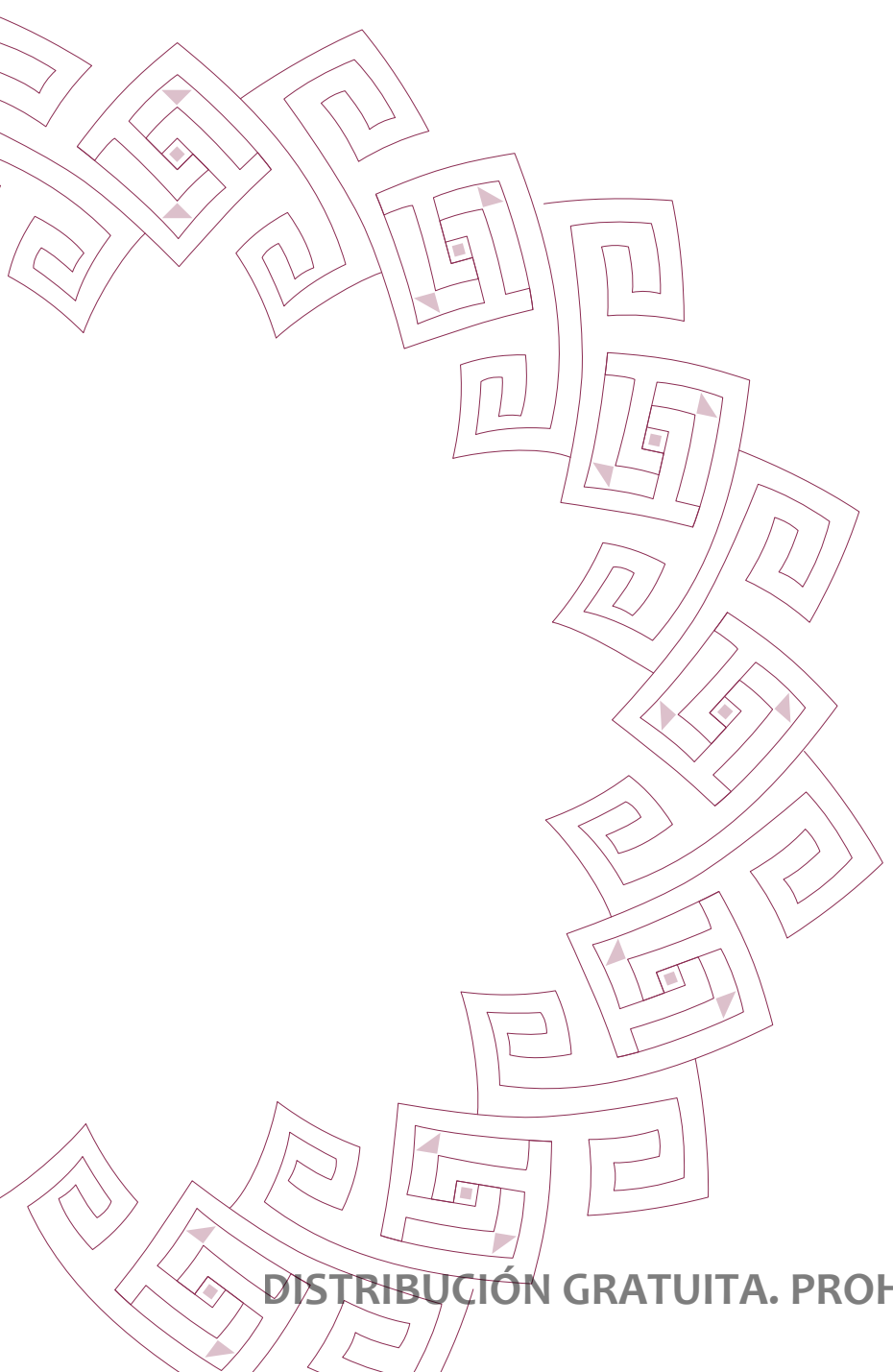
Tal enfoque deberá reconocer no sólo los aspectos económicos, sino también aspectos culturales y éticos sobre la relación que tiene la gente con la vida silvestre (Manfredo 2008, Waldau 2013). El hecho de que cierto comercio de animales vivos sea legal, por ejemplo, no quiere decir que esté libre de maltrato o abuso.

Estudiar el daño a la vida silvestre desde una perspectiva legal, es sin duda interesante y valioso. Sin embargo, se necesita comprender cuáles son las distintas motivaciones, los perfiles y los modos de operación de quienes comercian ilegalmente con vida silvestre, así como distinguir entre abuso, crímenes y daño ambiental (Nurse 2013, Hall *et al.* 2017).

En este sentido, la multidisciplinaria será clave y convenirá para desarrollar modelos conceptuales encaminados a reconocer no sólo los daños sino también a las distintas víctimas de los impactos negativos al medio ambiente provocados por el ser humano (White 2008, Hall 2011).

Referencias

- Alvarado, I. 2012. *La delincuencia organizada en el tráfico de madera y de especies protegidas en México en la actualidad*. Tesis de doctorado en ciencias penales y política criminal. INACIPE, México.
- Álvarez-Romero, J.G., R.A. Medellín, A. Oliveras de Ita *et al.* 2008. *Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad*. CONABIO/Instituto de Ecología-UNAM/SEMARNAT, México.
- Freese, C. 1998. *Wild Species as commodities*. Island Press, Washington.
- Hall, M. 2011. Environmental victims: challenges for criminology and victimology in the 21st century. *Journal of Criminal Justice and Security* 4:371-391.
- Hall, M., J. Maher, A. Nurse *et al.* (eds.). 2017. *Greening criminology in the 21st century. Contemporary debates and future directions in the study of environmental harm*. Green Criminology Series. Routledge. Taylor and Francis Group, Estados Unidos de América.
- Hernández, L. 1993. Beaucarnea ¿Un género amenazado? *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 38:11-13.
- Manfredo, J.M. 2008. *Who cares about wildlife? Social science concepts for exploring human-wildlife relationships and conservation issues*. Springer-Verlag, Nueva York.
- Naranjo, E.J., R. Dirzo *et al.* 2009. Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*, vol II. CONABIO, México, pp. 247-276.
- Nurse, A. 2013. *Animal harm. Perspectives on why people harm and kill animals*. Green Criminology Series, Ashgate.
- . 2015. *Policing wildlife: perspectives on the enforcement of wildlife legislation*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, Reino Unido.
- . 2016. *An introduction to green criminology and environmental justice*. SAGE Publications.
- PROFEPA. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. 2016. *Reporte de aseguramientos y decomisos SIIP 2005-2015*. Inédito.
- Rosser, A.M. y M.J. Haywood (comps.). 2002. *Guidance for CITES scientific authorities: checklist to assist in making non-detriment findings for appendix II exports*. UICN, Reino Unido.
- Sarukhán, J., J. Carabias, P. Koleff y T. Urquiza-Hass. 2012. *Capital natural de México: acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación*. CONABIO, México.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- Smith, M.J., H. Benítez-Díaz, M.A. Clemente-Muñoz *et al.* 2011. Assessing the impacts of international trade on CITES-listed species: current practices and opportunities for scientific research. *Biological Conservation* 144:82-91.
- UNODC. United Nations Office on Drugs and Crime. 2016a. *World wildlife crime report: trafficking in protected species*. United Nations Publications, Nueva York.
- . 2016b. *Herramientas para el análisis de los delitos contra la vida silvestre y los bosques. Reporte de la misión de UNODC a México*. UNODC, México.
- Waldau, P. 2013. *Animal studies*. Oxford University Press, Oxford.
- White, R. 2008. *Crimes against nature: environmental criminology and ecological justice*. Willan Publishing, Londres.
- Wyatt, T. 2013. *Wildlife trafficking. A deconstruction of the crime, the victims and the offenders. Critical criminological perspectives*. Palgrave Macmillan, Reino Unido.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Comercialización de especies arbóreas utilizadas en medicina tradicional y su impacto en poblaciones silvestres

José Juan Blancas Vázquez, Leonardo Beltrán Rodríguez, Belinda Maldonado Almanza, José Antonio Sierra Huelsz, Luis Sánchez Méndez, Fabiola Mena Jiménez, Feliciano García Lara, Itzel Abad Fitz y Juan Ignacio Valdez Hernández.

Introducción

Las plantas medicinales son el principal recurso terapéutico de la medicina tradicional mexicana (IMSS 2005). Éstas se emplean de formas diversas y para un amplio espectro de males y dolencias, desde las más comunes, hasta las denominadas de filiación cultural (p.e. susto, espanto, mal de ojo). En este sentido, éstas constituyen manifestaciones de la identidad y diversidad cultural de los pueblos que habitan el país.

Se estima que en México se utilizan más de 4 mil especies de plantas medicinales, las cuales representan 17% de la flora total y 57% de la flora útil del país (Caballero *et al.* 1998, BADEPLAM 2015, Villaseñor 2016). Alrededor de 3 600 especies de plantas medicinales se recolectan del medio silvestre (90%) y se calcula que 400 (10%) se comercializan (Loa *et al.* 1998, BDMTM 2009).

De acuerdo con Hersch-Martínez (2010) y Maldonado (2013), la selva baja caducifolia es el ecosistema que aporta el mayor número de plantas medicinales útiles y de interés comercial en México.

Morelos pertenece a una de las regiones fisiográficas que más contribuyen al uso y comercialización de plantas medicinales a nivel nacional (Hersch-Martínez 1997, 2010). En esta entidad la riqueza de flora medicinal se calcula en el orden de las 818 especies (Monroy y Castillo 2007), aunque por lo focalizado de los estudios, probablemente tal cantidad esté subestimada.

Particularmente la región sur del estado, dominada por la selva baja caducifolia y habitada por más de 30 comunidades rurales, alberga un vasto conocimiento tradicional sobre estos recursos, calculado en poco más

de 300 especies, 40% de las cuales tienen un hábito de crecimiento arbóreo (Maldonado 1997).

Estimaciones recientes indican que, en los mercados y tianguis de Axochiapan, Cuautla, Cuentepec, Cuernavaca, Jojutla, Xoxocotla, Tepalcingo, Puente de Ixtla y Tepoztlán se comercializan diversas partes vegetativas y reproductivas (hojas, flores, frutos, cortezas, resinas y látex), provenientes de 26 especies de árboles medicinales (Beltrán-Rodríguez *et al.* 2017). Éstas pueden comercializarse a escala local, regional, nacional e incluso internacional (cuadro 1).

La recolección comercial de plantas silvestres difiere de la que se hace con fines de autoconsumo. El aprovechamiento con fines comerciales implica la cosecha de importantes volúmenes, los cuales no han sido cuantificados para la mayoría de las especies, mucho menos las consecuencias ecológicas de su extracción. Los datos disponibles sólo permiten analizar unos cuantos casos.

Análisis del impacto del aprovechamiento

A continuación, se presenta el análisis de las implicaciones del aprovechamiento comercial de tres especies arbóreas silvestres que se distribuyen en la selva baja caducifolia al sur de la entidad, con el propósito de identificar las principales amenazas y contribuir al conocimiento, manejo y conservación de la flora medicinal en Morelos.

La selección de estas especies se basó en tres criterios: 1) la importancia cultural como recurso medicinal (Monroy y Monroy 2004); 2) la presión de cosecha y

Blancas, J., L. Beltrán-Rodríguez, B. Maldonado-Almanza, J.A. Sierra-Huelsz, L. Sánchez, F. Mena-Jiménez, F. García-Lara, I. Abad-Fitz y J.I. Valdez-Hernández. 2020. Comercialización de especies arbóreas utilizadas en medicina tradicional y su impacto en poblaciones silvestres. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 215-223.

Cuadro 1. Especies arbóreas con usos medicinales que son comercializadas a diferentes escalas.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Usos medicinales	Otros usos	Mercados donde se comercializa	Nivel de comercialización	Parte utilizada
Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	Cuachalalate	Gastritis	Comestible	Cuernavaca, Cuautla, Jojutla y Puente de Ixtla	Local, nacional e internacional	Corteza
Anacardiaceae	<i>Cyrtocarpa procera</i>	Chupandillo, coco	Lavar heridas, sangrado de encías y gastritis	Comestible	Jojutla	Local y nacional	Corteza y fruto
Anacardiaceae	<i>Spondias</i> sp.	Ciruelo	Sangrado de encías	Comestible	Jojutla	Regional	Corteza
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Cuatecomate	Enfermedades respiratorias	Artesanal	Jojutla, Cuautla, Tepalcingo y Cuernavaca	Local, nacional e internacional	Frutos y tallo
Boraginaceae	<i>Cordia morelosana</i>	Flor de palo prieto, anacahuite	Enfermedades respiratorias	Comestible	Jojutla y Cuautla	Local, nacional e internacional	Flores y tallo
Burseraceae	<i>Bursera bipinnata</i>	Copal chino	Enfermedades respiratorias y de filiación cultural	Ceremonial y aromatizante	Tepalcingo	Local, nacional e internacional	Resina
	<i>B. copallifera</i>	Copal Manso	Enfermedades respiratorias	Combustible	Jojutla, Cuautla y Tepalcingo	Regional	Resina
	<i>B. glabrifolia</i>	Copal liso	Enfermedades respiratorias	Combustible	Jojutla, Cuautla y Tepalcingo	Regional	Resina
	<i>B. bicolor</i>	Ticumaca	Problemas musculares	Combustible	Jojutla, Cuautla y Tepalcingo	Regional	Tallo y resina
Euphorbiaceae	<i>Croton morifolium</i>	Árnica de raíz	Úlceras y gastritis		Cuautla, Cuernavaca y Jojutla	Local y regional	Raíz
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	Padecimientos urinarios	Construcción, forraje y combustible	Jojutla y Cuautla	Local	Duramen y tallo
	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Palo Brasil	Padecimientos cardiovasculares, hipertensión y urinarios	Talabartería	Cuautla, Cuernavaca, Puente de Ixtla y Tepalcingo	Local, nacional e internacional	Duramen y tallo
	<i>Miroxylon balsamum</i> var. <i>pereirae</i>	Guayacán amarillo, bálsamo de Perú	Bronquitis	Maderable y construcción	Cuautla y Cuernavaca	Local y regional	Semilla
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Paraca	Diarrea y curtir el estómago	Combustible	Jojutla y Cuautla	Regional y nacional	Corteza
	<i>Quercus glaucoides</i>	Encino	Dolor de muelas, sangrado de encías y amacizar la dentadura	Combustible	Cuautla y Cuernavaca	Local, nacional	Corteza
	<i>Q. crassifolia</i>	Encino	Sangrado de encías	Combustible	Cuautla y Cuernavaca	Nacional	Corteza y duramen
	<i>Q. castanea</i>	Encino	Dolor de muelas y amacizar la dentadura	Combustible		Local	Corteza

Cuadro 1. Continuación.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Usos medicinales	Otros usos	Mercados donde se comercializa	Nivel de comercialización	Parte utilizada
Hippocrateaceae	<i>Hippocratea excelsa</i>	Cancerina	Gastritis, úlceras, cáncer, lavar heridas, sangrados vaginales y pediculosis		Jojutla, Cuautla y Cuernavaca	Local y nacional	Corteza, madera, semillas y raíz
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Zopilote	Diabetes	Maderable	Jojutla y Cuautla	Local y nacional	Semillas
Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i>	Quina roja	Lavar heridas, diabetes y antifebrífugo		Jojutla y Cuautla	Local y nacional	Corteza
	<i>Hintonia latiflora</i>	Quina amarilla	Diabetes, fiebre tifoidea y antifebrífugo	Combustible	Jojutla y Cuautla	Local, nacional e internacional	Corteza y tallo
	<i>H. stanleyana</i>	Copalchi de Jojutla, quina blanca	Lavar heridas y fiebre tifoidea		Jojutla, Cuautla y Tepalcingo	Regional	Corteza
	<i>Randia echinocarpa</i>	Granjel	Padecimientos urinarios	Combustible	Toda la entidad	Regional, local y nacional	Frutos y tallo
	<i>Simira mexicana</i>	Quina roja	Diabetes y antifebrífugo	Combustible	Cuautla	Local, nacional e internacional	Corteza y tallo
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Pánicua	Problemas del hígado	Ornamental	Jojutla, Cuernavaca y Puente de Ixtla	Regional	Madera
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuaulote	Infección del riñón	Forraje e instrumentos de labranza	Jojutla	Nacional	Fruto

Fuente: elaboración propia con datos de Beltrán-Rodríguez *et al.* 2018.

demanda comercial a la que se ven sometidas (Boyas *et al.* 2001); y 3) las estructuras cosechadas como indicador de vulnerabilidad (Hersch-Martínez 1997).

Los datos recabados de estas especies corresponden a resultados preliminares de las investigaciones en proceso desarrolladas por los autores, así como a una exhaustiva revisión de literatura sobre este tema en Morelos y en algunas áreas bioculturales circundantes (estados de Guerrero y Puebla). La información de cada especie medicinal se discute en forma independiente, y al final se integra en una discusión sobre las tendencias y particularidades de cada tipo de aprovechamiento.

Corteza del cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*)

El cuachalalate es un árbol dioico (es decir que las flores femeninas y masculinas se encuentran en individuos separados), endémico de la Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico Transversal, con distribución restringida a la selva baja caducifolia (Cuevas-Figueroa 2005).

La importancia medicinal de esta especie (figura 1), reside en su corteza externa e interna, la cual se vende en los mercados de México para el tratamiento de gastritis y cáncer estomacal (Navarrete y Mata 2009). También se procesa y transforma en productos naturistas y fitoterapéuticos para su comercialización nacional e internacional (Hersch-Martínez 1999).

Popularmente, su uso en la medicina tradicional de las comunidades rurales de Morelos se restringe a problemas dérmicos de carácter tópico e interno (lavar heridas), tanto en animales como en personas (Maldonado 1997, Monroy y Castillo 2007).

La popularidad medicinal del cuachalalate se refleja en su intensidad de extracción-comercialización, que de acuerdo con Solares *et al.* (2012) se calcula en alrededor de 22.5 t/año. Esto es, la corteza de poco más de 4 mil árboles con diámetros de tronco a la altura del pecho (DAP) \leq 30 cm (García *et al.* 2008), la cual es una talla en grosor, relativamente escasa al sur de la entidad (Soberanes 1991).



Figura 1. Cosecha y comercialización del cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) en el sur de Morelos: a) árbol de cuachalalate y b) cosecha de corteza de cuachalalate. Fotos: José Blancas (a), Leonardo Beltrán (b).

Esta situación convierte a Morelos en uno de los principales abastecedores de corteza de cuachalalate a nivel nacional (Solares *et al.* 2012), pero también lo sitúa como una región altamente vulnerable para la supervivencia de esta especie (Boyas *et al.* 2001).

Es posible que el descortezamiento del cuachalalate destruya los tejidos vitales y provoque la muerte de por lo menos 30% de los árboles aprovechados (Solares y Gálvez 2002). No obstante, esta respuesta parece estar influida por el sexo del individuo, su categoría diamétrica, la época de aprovechamiento y la intensidad, profundidad y disposición de los cortes.

De 72 árboles cosechados longitudinalmente (36 femeninos y 36 masculinos) bajo diferentes tratamientos (de 25% a 75% del fuste limpio) y en dos épocas del año (sequía y lluvias), sólo 4.2% murieron, todos masculinos y en época de sequía, sin importar el DAP (Beltrán-Rodríguez 2018).

Se sabe que el descortezamiento no afecta las funciones reproductivas (floración y fructificación) en los individuos femeninos (Martínez 2015). De manera que, las bajas tasas de repoblación natural indicadas para esta especie al sur del estado están más asociadas a daños en los frutos, así como a la ausencia de semillas en los frutos (partenocarpia), que a los efectos del aprovechamiento comercial de la corteza (Beltrán-Rodríguez 2018). Estos resultados sugieren la posibilidad de un manejo sostenible del cuachalalate basado en el conocimiento biológico de esta especie.

Los frutos del cuatecomate (*Crescentia alata*)

El cuatecomate es un árbol de hasta 13 m de altura, que se distribuye preferentemente a lo largo de la vertiente del Pacífico, de Sonora a Chiapas en México, y hasta

Costa Rica (Gentry 1982). En Morelos se localiza principalmente en la zona sur oriente (Solares 2004).

Los usos más importantes del cuatecomate derivan del potencial de sus frutos como remedio medicinal, para la elaboración de artesanías, y en menor medida, el aprovechamiento del tallo con propósitos maderables (figura 2; Solares 1997).

La pulpa de los frutos maduros sirve para elaborar jarabes y otros remedios contra afecciones del sistema respiratorio (BDMTM 2009). La flor, la corteza y las hojas se utilizan para curar hasta 14 enfermedades diferentes (Solares 2004; cuadro 2), lo que lo hace una valiosa fuente de materia prima para un importante mercado de productos herbolarios localizado principalmente en el centro del país.

Asimismo, los frutos se utilizan para la elaboración de maracas artesanales, las cuales se comercializan a nivel nacional e internacional (Solares 2004).

En la zona sur del estado se utiliza la madera de cuatecomate para elaborar sillas de montar (con tallos de hasta 1.80 cm de fuste limpio, en promedio se obtienen cinco sillas por árbol), las cuales se venden local y regionalmente (Solares 1997).

Cuadro 2. Enfermedades y dolencias tratadas con diversas partes del cuatecomate (*Crescentia alata*).

Parte de la planta	Enfermedades y dolencias que cura
Flor	Dolor de oído
Corteza	Tos
	Erupciones cutáneas
Hojas	Tos
	Caída del pelo
Pulpa del fruto	Afecciones respiratorias
	Asma
	Bronquitis
	Artritis
Pulpa cruda	Depurador sanguíneo
	Sarna
Pulpa y semilla (en combinación con otras plantas)	Enfermedades del riñón
	Hígado
	Reconstituyente del sistema inmune
	Antinflamatorio

Fuente: elaboración propia con datos de Solares 1997.



Figura 2. Frutos de cuatecomate (*Crescentia alata*). Foto: Fabiola Mena.

De acuerdo con Solares (2004) el cuatecomate presenta bajas densidades en la selva baja caducifolia del sur de Morelos (1 a 2 ind/ha), que es el área de distribución natural de este recurso.

No obstante, conforme el grado de disturbio antropogénico de los ecosistemas se intensifica, su densidad también aumenta (hasta 10 ind/ha), ya que es una especie que se tolera y fomenta en las áreas de cultivo, así como en los potreros como árbol de sombra (Maldonado 1997).

Al parecer esto se puede relacionar con una mayor disponibilidad de agua o el acceso a nutrientes, producto de las prácticas de manejo de los cultivos y otras plantas presentes en ambientes antropogénicos (huertos, milpas, etcétera). Esta especie se señala como parte del sistema agrícola, y que su síndrome de domesticación influye positivamente sobre la producción de flores, frutos y semillas (Peralta 2012).

Los principales productos derivados del aprovechamiento de esta especie demandan grandes cantidades de materia prima, principalmente frutos de tamaño mediano.

De acuerdo con Solares (2004), la población total en el área de distribución al sur de Morelos se calcula en un poco más de 8 mil árboles. Por lo que la comercialización de maracas implicaría la cosecha de más de 10 mil árboles, lo que lleva a concluir que existe un déficit de 2 mil árboles.

Sin embargo, tal estimación no considera que buena parte de los frutos que se usan para elaborar estas artesanías pudieron ser comprados en el vecino estado de Guerrero. Por lo tanto, habrá que tomar estos datos con algunas reservas.

Solares (1997) indica que en la vegetación natural los efectos de la alta intensidad de recolección de frutos podrían disminuir la cantidad de semillas viables en campo y afectar los procesos de regeneración natural; en tanto, el establecimiento de aquellas semillas que lograran germinar tendería a ser bajo dada la perturbación por pastoreo y ramoneo en las áreas donde habita el cuatecomate.

Este panorama sugiere que las posibles causas de las bajas densidades del cuatecomate en la vegetación natural, obedecen a factores múltiples (naturales y antropogénicos). Por ello, se debe poner especial atención a esta especie a fin de implementar estrategias de manejo que beneficien su reproducción (sexual o asexual), establecimiento y crecimiento en ambientes naturales, así como la diversificación de las prácticas silvícolas para promoverla en los sistemas agroforestales.

La resina del copal (*Bursera* spp.)

Copal es el nombre genérico con el que se conoce a más de 15 especies de árboles de la familia Burseraceae, de los cuales se aprovecha su resina para propósitos medicinales y rituales (Linares y Bye 2008, Purata 2008, Cházaro *et al.* 2010). En el sur de Morelos se distribuyen al menos nueve especies de copal (Dorado y Arias 2011).

La extracción del copal implica un amplio conocimiento que se transmite de generación en generación. La temporada de extracción comienza en agosto y termina a mediados de octubre, inicia con la selección y marcado de los árboles más aptos para ser picados.

Posteriormente, a cada árbol se le realizan entre uno y cuatro cortes transversales en el tronco o en las ramas más gruesas. Se espera una semana más para que el copal comience a escurrir. Cuando el copal fluye con regularidad, se colocan pencas de agave (*Agave angustifolia*), en donde se colecta y se almacena hasta que solidifique (figura 3; Cruz *et al.* 2006).

Las nueve especies de copal que se distribuyen en el sur del estado se usan para curar principalmente enfermedades de filiación cultural (aire, susto, pérdida de sombra, mal de ojo), por medio de limpias quemando la resina en sahumero (BDMTM 2009), y también se emplean para aliviar dolores musculares por medio de parches que se aplican sobre las partes afectadas.

- a) A nivel regional, las especies más apreciadas son el copal chino (*Bursera bipinnata*) y el copal ancho (*Bursera copallifera*, figura 3b; Cruz *et al.* 2006). Las zonas de extracción del copal en la entidad se concentran en el sur oriente, específicamente en dos comunidades del municipio de Tepalcingo: Los Sauces y Pitzotlán.
- b) *B. copallifera* y *B. bipinnata* son especies que forman parte importante de la estructura de la selva baja caducifolia del sur del estado, ya que para la primera se reportan valores altos de densidad (181 individuos en 0.1 ha) y de importancia ecológica (6.12). Sin embargo, uno de los valores de uso es más alto (número de usos distintos que se mencionan para cada especie), lo que sugiere que esta especie se ve favorecida por prácticas de manejo o por el disturbio (Maldonado *et al.* 2013).

De acuerdo con el Comité de Vigilancia Forestal del Ejido Los Sauces, en 2016 se extraía la resina de 314



Figura 3. Cosecha y comercialización de copales (*Bursera* spp.) en el sur de Morelos: a) proceso de obtención del copal; b) detalle de las hojas y frutos de copal ancho (*Bursera copallifera*); c) proceso de extracción de copal; y d) comercialización de copal en el mercado de Tepalcingo, Morelos. Fotos: Fabiola Mena Jiménez.

árboles de ambas especies y de dos variedades (Mena 2018). En promedio la producción de 2012 a 2016 fue de 425 kg, que representa un rendimiento promedio de 1.35 kg por árbol.

El precio antes de tener las remisiones forestales, que es un mecanismo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para acreditar la procedencia legal de las materias primas forestales, oscilaba entre los 180 y 200 pesos por kilogramo (Cruz *et al.* 2006). Para mediados de 2017, el precio podía llegar hasta los 300 pesos por kilogramo dependiendo de la calidad del copal (Mena 2018).

El desmonte de la selva y la pérdida de los conocimientos asociados al manejo son las principales amenazas para la conservación de estas especies. Por el contrario, las estrategias y prácticas de manejo tradicional que llevan a cabo los pobladores de esta zona conservan y protegen los árboles de copal (Mena 2018).

La rotación de áreas de extracción, la cosecha de individuos de tallas apropiadas, y el corte cuidadoso de los mismos, son algunas estrategias que protegen estos recursos (Purata 2008). También los pobladores de esta zona toleran, promueven y protegen individuos en la vegetación silvestre, y a su vez seleccionan y trasplantan

individuos con características deseables (alta producción de copal) a las orillas de las parcelas agrícolas. Por lo que, resulta importante observar y reconocer el aporte de los conocimientos locales para su conservación y protección.

Conclusiones y recomendaciones

A menudo se piensa que la comercialización de especies medicinales impacta negativamente en sus poblaciones silvestres, pero distintas evidencias en el sur de Morelos indican que esto no necesariamente ocurre.

Los impactos pueden ser mayores o menores en función de variables tanto ecológicas (distribución amplia o restringida, sistema reproductivo, velocidad de crecimiento, forma de propagación, tolerancia al disturbio), como socioculturales (importancia económica, demanda en los mercados, cantidades cosechadas, partes aprovechadas, existencia o no de marcos regulatorios; (Arellanes *et al.* 2013, Blancas *et al.* 2013).

En el caso de las especies analizadas, las principales amenazas parecen relacionarse con el cambio en el uso del suelo, la pérdida de los conocimientos tradicionales asociados a su manejo, la migración, el cambio en los patrones culturales, así como políticas públicas poco acordes con la conservación, como la certificación de parcelas, que estimula el desmonte de la selva ya que fracciona y atomiza la propiedad colectiva de la tierra.

El caso del cuachalalate es ilustrativo de cómo la carencia de información ecológica (polinizadores, dispersores, producción de semillas, porcentaje de germinación, datos sobre establecimiento, mortalidad debido a la cosecha) puede conducir a conclusiones parciales que relacionan el aprovechamiento de la corteza con las bajas densidades de esta especie.

Un escenario contrastante se puede observar con el cuatecomate, ya que la información disponible muestra cómo el manejo humano puede aumentar su disponibilidad espacial. En este sentido, el aprovechamiento del copal puede servir como modelo de aprovechamiento, ya que es un recurso cultural y económicamente importante, para el cual se han desarrollado diferentes estrategias ecológicas (rotación de áreas de extracción, tolerancia y promoción en parcelas, propagación *in situ*, trasplante de individuos), así como culturales (transmisión de conocimientos, regulación comunitaria del proceso extractivo, organización para la comercialización de los productos).

Dichas estrategias pueden aportar importantes lecciones para el aprovechamiento sostenible, la conservación de la biodiversidad, la restauración del entorno y el ordenamiento de las actividades extractivas.

Finalmente, es importante contar con información ecológica, así como incorporar los conocimientos tradicionales para el desarrollo de estrategias de manejo que hagan compatible el aprovechamiento y el bienestar de las familias que comercializan productos derivados de especies arbóreas medicinales en el sur de Morelos.

Referencias

- Arellanes, Y., A. Casas, A. Arellanes *et al.* 2013. Influence of traditional markets on plant management in the Tehuacan Valley. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9:38.
- BADEPLAM. Base de Datos Etnobotánica de Plantas Mexicanas. 2015. *Proyectos*. BADEPLAM. En: <<http://unibio.unam.mx/html/proyectos/badeplam.htm>>, última consulta 31 de julio de 2018.
- BDMTM. Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. 2009. *Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana*. En: <<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/atlas.php>>, última consulta: 08 de enero de 2017.
- Beltrán-Rodríguez, L. 2018. *Estructura, dinámica poblacional y regeneración del leño de Amphipterigium adstringens (Anacardiaceae) en el ejido El Limón, Morelos, México*. Tesis doctoral. Postgrado en Ciencias Forestales. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, México.
- Beltrán-Rodríguez, L., F. Manzo-Ramos, B. Maldonado-Almanza *et al.* 2017. *Wild medicinal species traded in the Balsas Basin, Mexico: risk analysis and recommendations for their conservation*. *Journal of Ethnobiology* 37(4):743-764.
- Blancas, J., A. Casas, D. Pérez-Salicrup *et al.* 2013. Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in náhuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9:39.
- Boyas, J., M. Cervantes y J. Javelly *et al.* 2001. *Diagnóstico forestal del estado de Morelos*. SAGARPA/INIFAP, Zacatepec.
- Caballero, J., A. Casas, L. Cortés y C. Mapes. 1998. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de plantas en pueblos indígenas de México. *Estudios Atacameños* 16:181-195.
- Cházaro, M., B. Mostul, y F. García. 2010. Los copales mexicanos (*Bursera* spp.). *Bouteloua* xii(7):57-70.
- Cruz, A., L. Salazar y M. Campos, M. 2006. Antecedentes y actualidad del aprovechamiento de copal en la Sierra de Huautla, Morelos. *Revista de Geografía Agrícola* 37:97-115.

- Cuevas-Figueroa, X. 2005. A revision of the genus *Amphipterygium* (Julianiaceae). *Ibugana* 13:27-47.
- Dorado, O. y D. Arias. 2011. Copales y cuajotes en el México biodiverso. En: <https://www.revistahypatia.org/~revistah/index.php?option=com_content&view=article&id=178&Itemid=296>, última consulta: 12 de febrero de 2017.
- García, R., A. Sánchez, A. Palma et al. 2008. Modelo de predicción dasométrica para el aprovechamiento sustentable de corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.) en Chimalcatlán, Mor. En: *Aprovechamiento de los recursos naturales y productivos de México*. G. Aguilar (ed.). UACh, Texcoco, pp. 141-160.
- Gentry, A.H. 1982. Bignoniaceae. *Flora de Veracruz*. INIREB, Xalapa.
- Hersch-Martínez, P. 1997. Medicinal plants and regional traders in Mexico: physiographic differences and conservational challenge. *Economic Botany* 51:107-120.
- . 1999. *Destino común: los recolectores y su flora medicinal. El comercio de flora medicinal silvestre desde el suroccidente poblano*. Colección Biblioteca del Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- . 2010. Plantas medicinales silvestres del suroccidente poblano y su colindancia en Guerrero, México: rutas de comercialización, antecedentes y dinámica actual. En: *Caminos y mercados de México*. J. Long y A. Attolin (eds.). Instituto de Investigaciones Históricas-UNAM, México, pp. 665-686.
- IMSS. Instituto Mexicano del Seguro Social. 2005. *Estado actual de la herbolaria en México*. IMSS, México.
- Linares, E., y R. Bye. 2008. El copal en México. *Biodiversitas* 78:8-11.
- Loa, E., M. Cervantes, L. Durand y A. Peña. 1998. Uso de la biodiversidad. En: *Diversidad biológica de México: estudio de país*. CONABIO, México, pp. 104-152.
- Maldonado, B. 1997. *Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla, Morelos, México*. Tesis de maestría en ciencias. Instituto de Biología-UNAM, México.
- . 2013. *Patrones de uso y manejo de los recursos florísticos del bosque tropical caducifolio en la cuenca del Balsas, México*. Tesis de doctorado en ciencias biológicas. Instituto de Biología-UNAM, México.
- Maldonado, B., J. Caballero, A. Delgado-Salinas y R. Lira. 2013. Relationship between use value and ecological importance of floristic resources of seasonally dry tropical forest at the Balsas river basin, México. *Economic Botany* 67(1):17-29.
- Martínez, J. 2015. *Impacto de la cosecha de corteza de Amphipterygium adstringens (Schiede ex Schlecht.) Standl. sobre las funciones reproductivas (floración y fructificación) en la localidad de San Rafael, Municipio de Coxcatlán, Puebla*. Tesis de maestría en ciencias biológicas. Facultad de Estudios Superiores Iztacala-UNAM, México.
- Mena, J.F. 2018. *Estrategias ecológicas y culturales para garantizar la disponibilidad de productos forestales no maderables en la selva baja caducifolia del sur de Morelos*. Tesis maestría en biología integrativa de la biodiversidad y la conservación. Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación-UAEM, Cuernavaca.
- Monroy, C. y P. Castillo. 2007. *Plantas medicinales utilizadas en el estado de Morelos*. UAEM/CONABIO, México.
- Monroy, C. y R. Monroy. 2004. Análisis preliminar de la dominancia cultural de las plantas útiles en el estado de Morelos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 74:77-95.
- Navarrete, A. y R. Mata. 2009. *Plantas medicinales de México. Monografía científica. Pruebas de control de calidad (identidad y composición), eficacia y seguridad*. Sentido Giratorio Ediciones, S.C., México.
- Peralta, V.G. 2012. *Contribución al conocimiento del árbol de cirán (Crescentia alata Kunth.) variabilidad, selección, morfología, citogenética y fitoquímica*. Tesis de doctorado. COLPOS, Montecillo.
- Purata, S.E. (ed.). 2008. *Uso y manejo de los copales aromáticos: resinas y aceites*. CONABIO/RAISES, México.
- Soberanes, C. 1991. *Distribución y abundancia, condiciones ecológicas y etnobotánicas del cuachalalate Amphipterygium adstringens Schiede ex Schlecht., en el estado de Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Solares, F. 1997. *Manejo, conservación y uso Integral del cirán (Crescentia alata H.B.K) en el estado de Morelos*. SAGAR/INIFAP/Fundación Produce Morelos A.C., México.
- . 2004. Etnobotánica y usos potenciales del cirán (*Crescentia alata*, H.B.K.) en el Estado de Morelos. *Polibotánica* 18: 13-31.
- Solares, F. y Ma. Gálvez. 2002. *Manual para una producción sustentable de corteza de cuachalalate (Amphipterygium adstringens Schiede ex Schlecht.)*. SAGARPA/INIFAP, Zacatepec.
- Solares, F., J. Vázquez y Ma. Gálvez. 2012. Canales de comercialización de la corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht.) en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 3(12):29-42.
- Villaseñor, J.L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87:559-902.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los peces invasores como amenaza a los recursos dulceacuícolas

Norman Mercado Silva, Humberto Mejía Mojica y Luz Teresa Romero Espín

La invasión biológica de especies exóticas es uno de los principales agentes de cambio ambiental en el planeta (Rahel y Olden 2008). Muchas de éstas degradan ambientes naturales, ocasionan pérdida de la biodiversidad nativa y alteran procesos ecosistémicos y socioecosistémicos, entre otros efectos (Gozlan *et al.* 2010).

Se reconoce como especie exótica a todo aquel organismo que se encuentra fuera de su área natural de distribución (Kolar y Lodge 2001, Aguirre-Muñoz y Mendoza-Alfaro 2009). Una especie exótica se convierte en invasora cuando ha sido capaz, tras su arribo a un ambiente, de sobrevivir, reproducirse, establecerse y propagarse dentro del mismo y hacia otros ambientes cercanos (Colautti y Maclsaac 2004, Mendoza-Alfaro *et al.* 2011).

Morelos tiene una gran riqueza y diversidad de ambientes acuáticos naturales, los cuales tienen condiciones (p.e. temperaturas relativamente constantes, nutrientes en abundancia) que permiten el éxito de peces invasores de origen neártico (del norte del continente americano, como truchas), y neotropical (de las zonas tropicales de América, como pecílidos o cíclidos).

En estos ecosistemas dulceacuícolas habitan al menos 19 especies de peces invasoras (Contreras-MacBeath *et al.* 1998, Trujillo-Jiménez *et al.* 2010, Mejía-Mojica *et al.* 2012, 2014). Además, se conocen al menos 67 especies que se cultivan en las aproximadamente 450 granjas acuícolas registradas en la entidad (cuadro 1; SAGARPA 2012, Martínez-Castro y Ramírez-Herrera 2016). Muchas de ellas tienen potencial para convertirse en nuevas especies invasoras en los ambientes naturales del estado (Mendoza-Alfaro *et al.* 2011, Romero-Espín 2015).

Algunas de las especies invasoras que se reportan en los ambientes naturales del estado provienen de

introducciones deliberadas para generar pesquerías comerciales o de subsistencia, tal es el caso de la tilapia (*Oreochromis* spp.).

Otras provienen de la liberación de especies de acuario o del escape de individuos de granjas acuícolas, como el pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.) y el cíclido convicto (*Amatitlania nigrofasciata*).

Hasta antes de 1970, eran pocas las especies invasoras en Morelos y la fauna nativa de la cuenca del río Balsas (que ocupa el total de la entidad) en el estado, era principalmente nativa (aproximadamente 10 especies; Contreras-MacBeath *et al.* 1998). Sin embargo, a partir de la década de 1980 se dio un impulso importante a la producción acuícola para subsistencia, con el uso de especies exóticas como la tilapia (*Oreochromis* spp.). Como resultado la instalación de granjas acuícolas, escapes accidentales y siembras deliberadas, comenzó la expansión de las especies invasoras a los cuerpos de agua naturales y artificiales como los embalses.

Desde el año 2000, se generaron incentivos para la instalación y crecimiento de granjas acuícolas para producción de peces de ornato (SAGARPA 2012). Morelos destaca como el principal productor de peces de acuario a nivel nacional con alrededor de 30 millones de organismos anuales, de alrededor de 62 especies de peces y sus variantes (SAGARPA 2012).

La evolución del comportamiento invasivo de las especies exóticas se documenta en las proporciones encontradas en colectas realizadas en cuerpos de agua del estado (figura 1).

La proliferación de granjas acuícolas, muchas de ellas carentes de medidas de bioseguridad y otras sin inventario o registradas ante autoridades, es uno de los factores que genera un aumento importante en el número de especies que han invadido los ambientes

Cuadro 1. Lista parcial que identifica a 70 especies exóticas y potencialmente invasoras localizadas en cuerpos de agua o granjas acuícolas en Morelos.

Familia	Especie	Origen	Nombre(s) común(es) o variedad
Lepisosteidae	<i>Lepisosteus platostomus</i>	Norteamérica	Peje lagarto
Cyprinidae	<i>Barbodes semifasciolatus</i>	Asia	Barbo dorado
	<i>Carassius auratus*</i>	Asia	Japonés, calicó, escama de perla, moro, cabeza de león, sello rojo
	<i>Ctenopharyngodon idella*</i>	Asia	Carpa herbívora
	<i>Cyprinus carpio*</i>	Asia	Carpa calicó, platina, shubunki, koy, cometa
	<i>Danio rerio</i>	Asia	Cebra rosa, verde, coral, violeta, cereza
	<i>Epalzeorhynchus frenatum</i>	Asia	Tiburón arcoiris, tiburón de aleta roja, tiburón rubí o tiburón albino arcoiris, labeo arcoiris
	<i>Pethia conchonius</i>	Asia	Barbo cereza, barbo sandía
	<i>Puntigrus tetrazona</i>	Asia	Sumatranos, barbo tigre
Serrasalmidae	<i>Myleus pacu</i>	Sudamérica	Paku, ball cutter
Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss*</i>	Norteamérica	Trucha arcoiris
Characidae	<i>Gymnocorymbus ternetzi</i>	Sudamérica	Monja, monja albina, tetra negro, tetra de falda
	<i>Hyphessobrycon anisitsi</i>	Sudamérica	Tetra Buenos Aires
	<i>H. eques</i>	Sudamérica	Gota de sangre
	<i>Moenkhausia sanctaeflorenae</i>	Sudamérica	Ojo rojo
	<i>Pristella maxillaris</i>	Sudamérica	Pristella, tetra radiografía
	<i>Thayeria boehlkei</i>	Sudamérica	Pingüino
Pangasiidae	<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	Asia	Bagre rayado, tiburón pangasio
Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus*</i>	Norteamérica	Bagre de canal
Loricariidae	<i>Pterygoplichthys disjunctivus*</i>	Sudamérica	Plecostoma rayado
	<i>Pterygoplichthys pardalis*</i>	Sudamérica	Plecostoma del Amazonas
Melanotaeniidae	<i>Melanotaenia boesemani</i>	Asia	Bosmani, arcoiris
Telmatherinidae	<i>Marosatherina ladigesii</i>	Asia	Pez arcoiris de Celebes
Nothobranchiidae	<i>Aphyosemion australe</i>	África	Killi
Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata*</i>	Sudamérica	Guppy, flamingo, negro jumbo, africano, kyng cobra, azul metálico
	<i>P. velifera</i>	México	Molly mantequilla y plata
	<i>Poeciliopsis gracilis*</i>	México y Centroamérica	Guppy silvestre
	<i>Pseudoxiphophorus bimaculata*</i>	México	Repotete
	<i>Xiphophorus helleri*</i>	México y Centroamérica	Espada, espada cola de lira
	<i>X. maculatus</i>	México y Centroamérica	Platys, miky balón, mikys
	<i>X. variatus</i>	México	Espada de Valles
Zenarchopteridae	<i>Dermogenys pusilla</i>	Asia	Medio pico
Cichlidae	<i>Altolamprologus compressiceps</i>	África	Cíclido lamprologus
	<i>Amatitlania nigrofasciata*</i>	Centroamérica	Cíclido convicto
	<i>Amphilophus citrinellus</i>	Centroamérica	Rey Midas
	<i>Andinoacara rivulatus*</i>	Centro y Sudamérica	Terror verde
	<i>Apistogramma viejita</i>	Sudamérica	Cíclido viejita
	<i>Astronotus ocellatus</i>	Sudamérica	Oscar fuego
	<i>Chindongo ater</i>	África	Enlongatus negro
	<i>C. socolofi</i>	África	Copo de nieve
	<i>Cichlasoma sp.</i>	Obtenido por cruzas	Perico enano
	<i>Copadichromis borleyi</i>	África	Cíclido Malawi, kadango, redfin
	<i>Cyathopharynx furcifer</i>	África	Cíclido canario, cíclido featherfin
	<i>Cyrtocara moorii</i>	África	Cíclido delfin de Malawi
	<i>Dimidiichromis compressiceps</i>	África	Compresiceps
	Flowerhorn (híbrido)	Híbrido sin distribución natural	Flowerhorn
	<i>Hemichromis bimaculatus*</i>	África	Cíclido joya

Cuadro 1. Continuación.

Familia	Especie	Origen	Nombre(s) común(es) o variedad
Cichlidae	<i>H. cyanoguttatus</i>	Norteamérica	Cíclido de Texas
	<i>Heros severus</i>	Sudamérica	Falso disco
	<i>Heterotilapia buttikoferi</i>	África	Boticoferiko
	<i>Labetropheus fueleborni</i>	África	Mármol
	<i>Labidochromis caeruleus</i>	África	Limón, amarillo eléctrico
	<i>Maylandia estherae</i>	África	Cebra roja, canario
	<i>M. lombardoi</i>	África	Kenya
	<i>Melanochromis auratus</i>	África	Caramelo
	<i>Nimbochromis venustus</i>	África	Comando
	<i>Oreochromis sp.*</i>	África	Tilapia
	<i>Parachromis managuensis</i>	Centroamérica	Jaguar
	<i>Pseudotropheus crabro</i>	África	Cíclido abeja
	<i>P. johannii</i>	África	Cíclido Yohani
	<i>Pterophyllum scalare</i>	Sudamérica	Ángel
	<i>Sciaenochromis fryeri</i>	África	Azul eléctrico
	<i>Thorichthys maculipinnis*</i>	Sur de México y Centroamérica	Chescla
	<i>T. meeki</i>	Sur de México y Centroamérica	Chanchito escarlata, torito, torito escarlata, cíclido boca de fuego
Centrarchidae	<i>Lepomis macrochirus*</i>	Norteamérica	Mojarra oreja azul
	<i>Micropterus salmoides*</i>	Norteamérica	Lobina
Gobiidae	<i>Brachygobius xanthozonus</i>	Asia	Gobio abejerro
Osphronemidae	<i>Betta splendens</i>	Asia	Pez beta
	<i>Trichogaster lalius*</i>	Asia	Colisa
	<i>Trichopodus trichopterus</i>	Asia	Gurami dorado y azul

*Especies capturadas en cuerpos de agua del estado. Listado organizado taxonómicamente para familias y alfabéticamente dentro de cada familia. Fuente: elaboración propia con datos de Contreras-MacBeath *et al.* 1998, Trujillo-Jiménez *et al.* 2010, Mejía-Mojica *et al.* 2012, 2013, Romero-Espín 2015, Martínez-Castro y Ramírez-Herrera 2016.

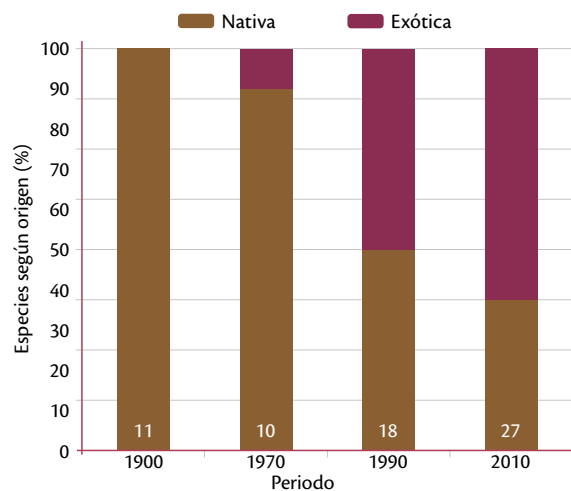


Figura 1. Proporción del número de especies de peces invasores y nativos encontrados en colectas realizadas en Morelos a lo largo del tiempo. En la base de las columnas se presenta el número total de especies reportadas para el periodo. Fuente: elaboración propia con datos de Contreras-MacBeath *et al.* 1998, Trujillo-Jiménez *et al.* 2010, Mejía-Mojica *et al.* 2012, 2013.

naturales del estado (Contreras-MacBeath *et al.* 1998, Mendoza-Alfaro *et al.* 2011, Mejía-Mojica *et al.* 2012, Romero-Espín 2015).

Aunque en ocasiones es difícil establecer la ruta o modo de afectación, los peces invasores dañan a los ecosistemas dulceacuícolas y a las especies nativas del estado. Entre tales afectaciones destaca la competencia y depredación sobre especies nativas, la transmisión de parásitos exóticos a especies nativas, y el deterioro de las pesquerías de subsistencia (Contreras-MacBeath *et al.* 1998).

En los numerosos cuerpos de agua del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, las truchas (*Onchorhynchus mykiss*) han ocasionado la disminución de poblaciones o incluso eliminado a especies nativas como el mexcalpique (*Girardinichthys multiradiatus*; Goodeidae) y el ajolote (*Ambystoma altamirani*).

Las truchas fueron sembradas hace más de dos décadas para implementar pesquerías de subsistencia y recreación, y hoy es imposible encontrar ejemplares de las especies nativas mencionadas en algunos ecosistemas

del parque nacional. Estos peces introducidos posiblemente se alimentan de etapas juveniles de las especies nativas o compiten con ellas por macroinvertebrados acuáticos, como larvas de dípteros y tricópteros que son parte esencial de su dieta (Lemos-Espinal *et al.* 2015).

Un cestodo parásito (*Bothriocephalus acheilognathi*) llegado a México a través de la introducción de la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*), se expandió a lo largo del país a través de sus hospederos y parasitó especies nativas y exóticas (Salgado-Maldonado y Pineda-López 2003).

Entre las especies afectadas se encuentran algunas que se distribuyen en el río Amacuzac (Morelos), como es el caso de la sardinita o tetra mexicano (*Astyanax aeneus*) que es una especie nativa, además del cíclido convicto (*Amatitlania nigrofasciata*) y el repotete (*Heterandria bimaculata*), que son especies invasoras de Morelos (Salgado-Maldonado y Pineda-López 2003). Este helminto parásito puede afectar la salud de peces en vida libre y genera una importante mortandad en granjas dedicadas al cultivo de peces (Salgado-Maldonado y Pineda-López 2003).

La llegada y expansión del pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.) a Morelos, además de la introducción de otras especies no nativas a la cuenca del Balsas, generó afectaciones importantes sobre las pesquerías de subsistencia en ríos como el Amacuzac (Eufracio-Torres *et al.* 2016). Los pescadores de subsistencia pasaron de tener una práctica dedicada a la pesca de peces nativos como la mojarra del Balsas (*Cichlasoma istlanum*) o el bagre del Balsas (*Ictalurus balsanus*), a ver sus redes destruidas y saturadas de individuos de pez diablo (Mercado-Silva obs. pers.). Aunque algunos pescadores adaptaron sus prácticas de pesca a la presencia de esta nueva especie, muchos la consideran una plaga que les afecta de manera directa (Mercado-Silva obs. pers.).

Los anteriores son solamente tres breves descripciones de los múltiples problemas que ocasionan las especies de peces invasoras en el estado. Estas especies son un reto para diversas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que se debaten entre la producción de especies exóticas y la protección de los ambientes naturales y especies nativas.

La producción y cultivo de especies exóticas trae sin duda beneficios económicos y alimenticios a diferentes sectores de la comunidad humana, pero a costa de la subsistencia de las especies nativas, y de la afectación de

los procesos y servicios ecosistémicos que proveen los cuerpos de agua en Morelos.

Se debe continuar con el apoyo a la investigación y su aplicación en el manejo de las especies exóticas en el estado, para impulsar la búsqueda de soluciones al problema multidimensional en Morelos.

Referencias

- Aguirre-Muñoz, A. y R. Mendoza-Alfaro. 2009. Especies exóticas invasoras: Impactos sobre las poblaciones de la flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*, vol. II. CONABIO, México, pp. 277-318.
- Colautti, R.I. y H.J. MacIsaac. 2004. A neutral terminology to define invasive species. *Diversity and Distributions* 10:135-141.
- Contreras-MacBeath, T., H. Mejía-Mojica y R. Carrillo-Wilson. 1998. Negative impact on the aquatic ecosystems of the state of Morelos from introduced aquarium and other commercial fish. *Aquarium Sciences and Conservation* 2:1-12.
- Eufracio-Torres, A.E., E.V. Wehncke, X. López-Medellín y B. Maldonado-Almanza. 2016. Fifty years of environmental changes of the Amacuzac riparian ecosystem: a social perceptions and historical ecology approach. *Ethnobiology and Conservation* 5(8):1- 35.
- Gozlan, R.E., J.R. Britton, I. Cowx y G.H. Copp. 2010. Current knowledge on non-native freshwater fish introductions. *Journal of Fish Biology* 76:751-786.
- Kolar, C.S. y D.M. Lodge. 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology and Evolution* 16:199-204.
- Lemos-Espinal, J.A., G.R. Smith y G.A. Woolrich-Piña. 2015. Diet of larval *Ambystoma altamiranoi* from Llano de los Axolotes, Mexico. *Current Herpetology* 34(1):75-79.
- Martínez-Castro, A. y M. Ramírez-Herrera. 2016. *Catálogo de peces ornamentales producidos en Morelos con capacidad de ser especies exóticas invasoras (EEI). Proyecto GEF 00089333 Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras.* CESAEM/CONABIO/GEF/PNUD, Morelos.
- Mejía-Mojica, H., T. Contreras-MacBeath y G. Ruiz-Campos. 2014. Relationship between environmental and geographic factors and the distribution of exotic fishes in tributaries of the Balsas river basin, Mexico. *Environmental Biology of Fishes* 98(2):611-621.
- Mejía-Mojica, H., M.E. Paredes-Lira y R.G. Beltrán López. 2013. Primer registro y establecimiento del bagre de canal *Ictalurus punctatus* (Siluriformes: Ictaluridae) en un tributario del río Balsas, México. *Hidrobiológica* 23:456-459.

- Mejía-Mojica, H., F. Rodríguez-Romero y E. Díaz-Pardo. 2012. Recurrencia histórica de peces invasores en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, México. *Revista Biología Tropical* 60(2):669-681.
- Mendoza-Alfaro, R.E., P. Koleff-Osorio y C. Ramírez-Martínez. 2011. La evaluación de riesgos por especies acuáticas exóticas invasoras: una visión compartida para Norteamérica. *Ciencia Pesquera* 19:65-75.
- Rahel, F.J. y J.D. Olden. 2008. Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species. *Conservation Biology* 22:521-533.
- Romero-Espín, L.T. 2015. *Evaluación de riesgo de peces exóticos y presión de propágulo por granjas ornamentales en la cuenca del río Cautla*. Tesis de licenciatura en ciencias biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. 2012. *Comunicado de prensa: Aumenta demanda de peces ornamentales*: CONAPESCA. SAGARPA, México.
- Salgado-Maldonado, G. y R. Pineda-López. 2003. The asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*: a potential threat to native freshwater fish species in Mexico. *Biological Invasions* 5:261-268.
- Trujillo-Jiménez, P., E. López-López, E. Díaz-Pardo y J.A. Camargo. 2010. Patterns in the distribution of fish assemblages in río Amacuzac, Mexico: influence of abiotic factors and biotic factors. *Reviews of Fish Biology and Fisheries* 20:457-469.

Una especie invasora: el perico monje

Fernando Urbina Torres

La alteración del hábitat y el impacto de las especies invasoras es una de las principales causas de las extinciones de especies durante los últimos cien años (MA 2005). Aunque sólo un pequeño porcentaje de especies son capaces de infestar nuevos entornos, éstas pueden impactar negativamente la economía, la salud o la ecología de una región y se les conoce como invasoras (Long 1981, Álvarez-Romero *et al.* 2008, Capdevila-Argüelles *et al.* 2013).

Menchetti y Mori (2014) publicaron que más de 16% de las 398 especies de loros del mundo se liberaron o escaparon de sus jaulas. De tal manera que, establecieron

al menos una población de cría fuera de sus rangos de distribución natural y, aunque han sido introducidas en todo el mundo, las interacciones con la biodiversidad nativa y los ambientes son aún poco conocidas.

En el caso particular del perico monje (*Myiopsitta monachus*, figura 1), que tiene su distribución original en Sudamérica, se ha introducido en numerosos países de América, Europa, Asia y África, en donde se encuentra en ambientes urbanos y suburbanos. Estados Unidos de América y México son los que cuentan con un mayor número de ejemplares de esta especie (Álvarez-Romero *et al.* 2008, MacGregor-Fors *et al.* 2011).



Figura 1. Ejemplar de perico monje (*Myiopsitta monachus*) alimentándose de semillas de tulipán africano (*Spathodea campanulata*). Foto: Fernando Urbina-Torres.

Urbina-Torres, F. 2020. Una especie invasora: el perico monje En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III.* CONABIO, México, pp. 230-233.

En México, el perico monje se registra en 23 estados, y es la zona metropolitana del Valle de México donde son más numerosos (Salgado-Miranda *et al.* 2016, Zuria *et al.* 2017). Específicamente, en Morelos se han observado poblaciones en las localidades de: Temixco, Cuautla (Casasano, Cuautlixco, San José) Jiutepec, Jojutla de Juárez, Emiliano Zapata, Puente de Ixtla, Xochitepec (Alpuyeca), Zacatepec, Yautepec, Cuernavaca (Acapancingo, Plan de Ayala), Amacuzac (Huajintlán) y Tetela del Volcán (figura 2; Jiménez-Piedragil *et al.* 2013, aVerAves 2016, Urbina-Torres 2017).

Este perico se caracteriza por ser el único que construye su propio nido en una gran variedad de árboles como yucas, eucaliptos y pinos. El nido puede ser comunal con hasta 16 parejas y llegar a pesar hasta 200 kg (Forshaw 1977). En zonas urbanas hace sus nidos en postes eléctricos, telefónicos y en torres de alta tensión (Spreyer y Bucher 1998). Es monógamo, y una pareja puede llegar a poner de 11 hasta 33 huevos al año, que sólo la hembra incuba (figura 3; Gómez de Silva *et al.* 2005, Bird Life International 2016).

El perico monje tiene características que lo hacen una especie invasora, tales como: gran capacidad de adaptación, número elevado de crías, depredador de semillas y portador potencial de enfermedades transmitidas a humanos y fauna silvestre (Acha y Szyfres 2003, Álvarez-Romero *et al.* 2008).

Estudios sobre esta ave, indican que ha provocado fallas en el suministro de electricidad y, como muchas poblaciones que crían en parques urbanos o cerca de los asentamientos humanos, está asociada con la contaminación acústica. Se estima que en Argentina causa daños a los cultivos por más de mil millones de dólares anualmente (Gómez de Silva *et al.* 2005).

Las reformas a la Ley General de Vida Silvestre (SEMARNAP 2000) prohíben la importación y liberación de especies exóticas invasoras, no obstante, han aumentado las solicitudes de importación. Desde 2005, México se convirtió en el mayor importador de psitácidos en todo el mundo, entre 2007-2012 se importaron 433 556 pericos monje (Álvarez-Romero *et al.* 2008, MacGregor-Fors *et al.* 2011).

La presencia del perico monje aún no es un problema grave en México y las interacciones con otras especies están pobremente documentadas, pero se sabe que afecta la dinámica poblacional de las especies vegetales de las cuales se alimenta y que es posible que sean vectores de

enfermedades para los pericos nativos (Gómez de Silva *et al.* 2005).

Conclusiones y recomendaciones

La expansión y el aumento de la población del perico monje en Morelos, y particularmente en la zona metropolitana de Cuernavaca, Yautepec y Cuautla, en donde existen zonas con grandes árboles, jardines y huertos familiares que ofrecen oportunidades de refugio y alimentación a una abundante avifauna, debe de considerarse como un riesgo para la agricultura, otras especies de psitácidos y aves frugívoras nativas, ya que esta especie aprovecha tanto zonas urbanas como rurales para establecerse con éxito (Gómez de Silva *et al.* 2005).

Esta amenaza puede tratarse eficazmente a través de esfuerzos colaborativos de monitoreo, prevención, detección temprana y respuesta rápida, a nivel regional y local (Snyder *et al.* 2000).

Entre algunas experiencias estudiadas están el repelente visual, la captura con trampas y remoción, el manejo del hábitat y el control biológico (Avery *et al.* 2002). Sin embargo, una estrategia de control deberá diseñarse con base a las condiciones del sitio, así como la evaluación de los daños para determinar el método más efectivo (Canavelli *et al.* 2012).

Referencias

- Acha, P. y B. Szyfres. 2003. *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales*. Vol. III. Parasitosis. OPS, Lima.
- Álvarez-Romero, J.G., R.A. Medellín, A. Oliveras de Ita *et al.* 2008. *Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad*. CONABIO/Instituto de Ecología-UNAM/SEMARNAT, México.
- aVerAves. 2016. *aVerAves*. NABCI. CONABIO, México. En: <<http://ebird.org/ebird/averaves/subnational1/MX-MOR?yr=all>>, última consulta: 3 de diciembre de 2016.
- Avery, M.L., E.C. Greiner, J.R. Lindsay *et al.* 2002. *Manejo de la cotorra en instalaciones eléctricas en el sur de Florida*. Vertebrate Pest Conference, Spanish Materials. En: <http://digitalcommons.unl.edu/icwdm_vpc_spanish/1>, última consulta: 20 de junio de 2017.
- Bird Life International. 2016. *Myiopsitta monachus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. En: <<http://www.iucnredlist.org/details/45427277/0>>, última consulta: 12 diciembre de 2016.

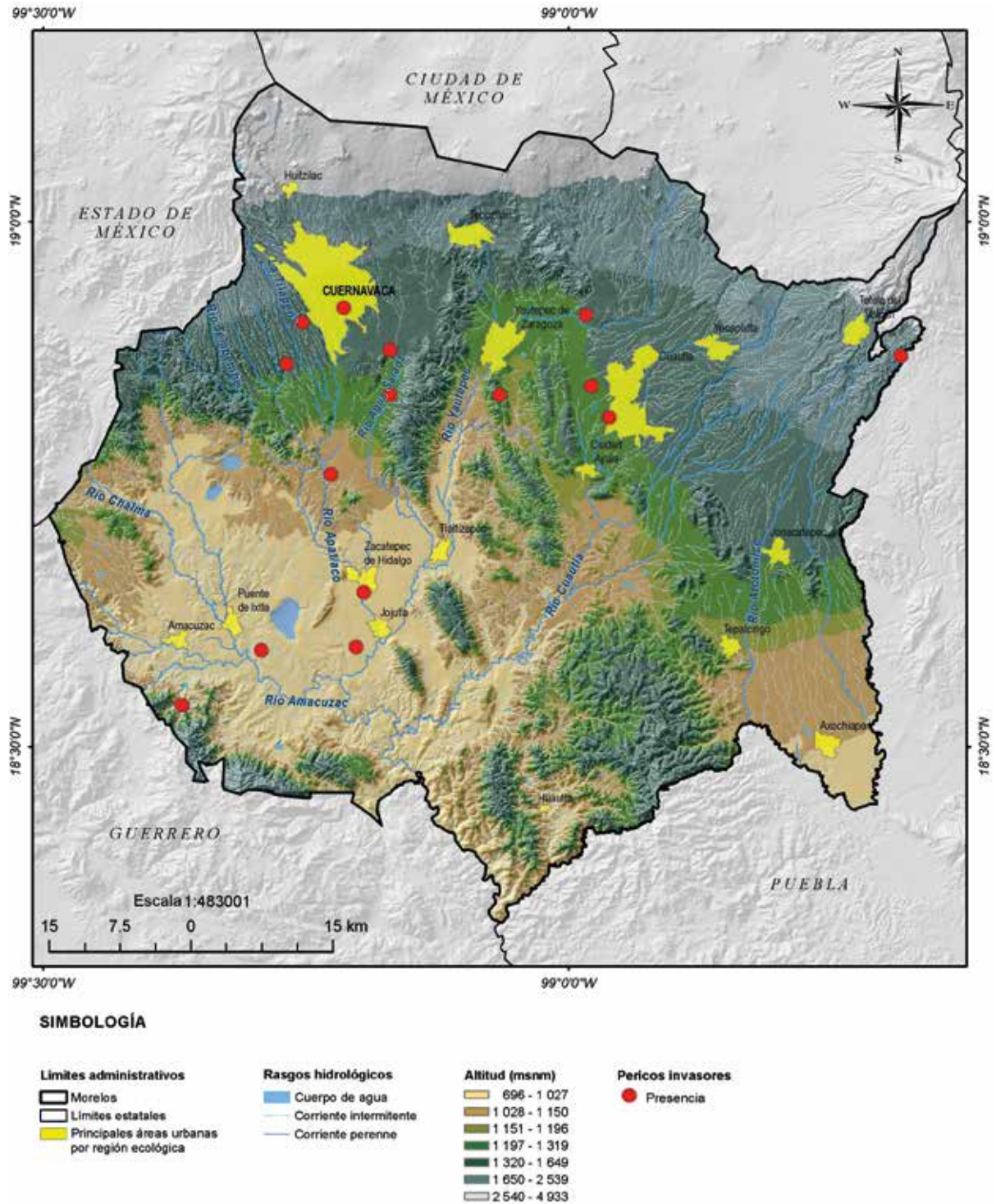


Figura 2. Localidades en donde hay poblaciones del perico monje (*Myiopsitta monachus*) en Morelos. Fuente: elaboración propia con datos recopilados por el autor de este trabajo, INEGI 2016a, b.



Figura 3. Ejemplo de un nido del perico monje sobre un árbol. Foto: Fernando Urbina-Torres.

- Canavelli, S.B., R. Aramburú y M.E. Zaccagnini. 2012. Aspectos a considerar para disminuir los conflictos originados por los daños de la cotorra (*Myiopsitta monachus*) en cultivos agrícolas. *Hornero* 27(01):89-101.
- Capdevila-Argüelles, L., B. Zilletti y V. Suárez-Álvarez. 2013. Causas de la pérdida de biodiversidad: especies exóticas invasoras. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 8(10):55-75.
- Forshaw, J.M. 1977. *Parrots of the world*. Neptune TFH Publication, Nueva Jersey.
- Gómez de Silva, H., A. Oliveras de Ita y R.A. Medellín. 2005. *Myiopsitta monachus*. *Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales*. Instituto de Ecología-UNAM. Bases de datos SNIB-CONABIO, Proyecto U020. México.
- INEGI. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. 2016a. *Plano de elevación, orografía y principales ríos y cuerpos de agua en Morelos*. INEGI, México.
- . 2016b. *Plano de elevación, orografía y principales ríos y cuerpos de agua en Morelos*. INEGI, México.
- Jiménez-Piedragil, C., L. López-Castillo, G. Cassani-López y N. Ruiz-Palacio. 2013. Primer registro de anidación de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en el estado de Morelos, México. En: *XII Congreso para el estudio y conservación de las aves en México*. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas 15-18 de octubre de 2013.
- Long, J.L. 1981. *Introduced birds of the world: the worldwide history, distribution and influence of birds introduced to new environments*. Agricultural Protection Board of Western Australia. Universe Books, Nueva York.
- MA. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington.
- MacGregor-Fors, I., R. Calderón-Parra, A. Meléndez-Herrada et al. 2011. Pretty, but dangerous! Records of non-native monk parakeets (*Myiopsitta monachus*) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:1053-1056.
- Menchetti, M. y E. Mori. 2014. Worldwide impact of alien parrots (Aves Psittaciformes) on native biodiversity and environment: a review. *Ethology, Ecology and Evolution* 26:172-194.
- Salgado-Miranda, C., J.P. Medina, J.M. Sánchez-Jasso y E. Soriano-Vargas. 2016. Registro altitudinal más alto en México para la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*). *Huitzil* 17(1):155-159.
- SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. *Ley General de Vida Silvestre*. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 19 de enero de 2018.
- Snyder, N., P. McGowan, J. Gilardi, y A. Grajal (eds.). 2000. *Parrots. Status survey and conservation action plan 2000–2004*. IUCN, Gland/Cambridge.
- Spreyer, M.F. y E.H. Bucher. 1998. Monk parakeet (*Myiopsitta monachus*). *Birds of North America* 322:1-23.
- Urbina-Torres, F. 2017. Especies de pericos (psitácidos) en Morelos. *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos* 29:39-46.
- Zuria, I., I. Castellanos, R. Valencia-Hervert y P. Carbó-Ramírez. 2017. Primeros registros de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en el estado de Hidalgo, México. *Huitzil* 18(1):33-37.

Flora arbórea no nativa, un potencial riesgo para la biodiversidad

Rolando Ramírez Rodríguez, Fidel Ocampo Bautista, Bárbara María Rojas Flores, Gabriel Flores Franco, Efraín Tovar Sánchez y Abril Daniela Sánchez Popoca

Introducción

Las especies invasoras se consideran como la segunda causa de la pérdida de biodiversidad, sólo después de la destrucción del hábitat (Naranjo y Dirzo 2009, Vié *et al.* 2009).

Las invasiones inician con la presencia de especies no nativas, que son aquellas que se establecen fuera de su área de distribución natural. Dichas especies son introducidas por actividades humanas de manera intencional o accidental, o por medios naturales (viento, huracanes, tormentas o corrientes marinas; Koike *et al.* 2006, Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010).

Una vez que las especies no nativas se establecen en sistemas naturales conservados, modifican de manera negativa y significativa la dinámica ecológica de este sistema, adquieren la categoría de especie invasora.

La presencia de las especies invasoras contribuye a la homogenización de la biota, disminuye la biodiversidad, genera perturbaciones en el funcionamiento de los ecosistemas, y promueve la eliminación o extinción de las especies endémicas o nativas (D'Antonio y Vitousek 1992, Atkinson y Cameron 1993, Lodge 1993, Cox 2004). Además de los impactos negativos en la economía, alimentación, salud, vivienda (Pimentel *et al.* 2005).

Las especies invasoras promueven la pérdida de la herencia del conocimiento y la cultura de las personas, principalmente de aquellas comunidades socialmente más vulnerables (Turner y Turner 2008, Pejchar y Mooney 2009). Lo anterior se debe a las condiciones mundiales de la globalización de la economía, y al ser México y Morelos parte del concierto económico mundial, ambos están sujetos a la frecuente llegada de especies no nativas y de potenciales especies invasoras.

En México, los estudios con especies invasoras son escasos y se desconoce la magnitud de los daños causados por la presencia de los dos tipos de especies en áreas naturales y para el ser humano (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010).

En el caso de plantas con flores, Villaseñor (2013), reporta para México 683 especies no nativas, mientras que Villaseñor y Magaña (2006), posicionan a Morelos como uno de los estados con mayor cantidad plantas no nativas (216 especies). Esto puede relacionarse con la alta producción de plantas de ornato, basada principalmente en especies no nativas (Ocampo 2014), lo que implica un riesgo alto para la biota de la entidad.

Flora arbórea no nativa en ambientes urbanos y rurales de Morelos

Únicamente algunas de las 216 plantas no nativas presentes en Morelos tienen forma de vida arbórea. En este sentido, en el presente trabajo se determinó qué árboles no nativos están presentes en Morelos.

Para ello, se realizó una investigación en dos escenarios diferentes de la entidad: uno urbano representado por la ciudad de Cuernavaca (Ocampo 2014), y uno rural definido por 15 de las 30 comunidades de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH): Ajuchitlán, Chisco, Huautla, Huaxtla, El Limón de Cuauchichinola, El Salto, El Sapote, La Tigra, Los Sauces, Quilamula, Rancho Viejo, Santiopa, Tilzapotla, Vicente Aranda y Xochipalán (Rojas-Flores 2016).

En las calles de Cuernavaca se censaron 25 667 individuos arbóreos, pertenecientes a 123 especies, agrupadas en 93 géneros y 43 familias botánicas.

Ramírez-Rodríguez, R., F. Ocampo-Bautista, B.M. Rojas-Flores, G. Flores-Franco, E. Tovar-Sánchez y A.D. Sánchez-Popoca. 2020. Flora arbórea no nativa, un potencial riesgo para la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 234-240.

De los Individuos censados, 22 844 (89%) fueron no nativos (figura 1) y 2 823 (11%) nativos.

Además de esta dominancia numérica de individuos, se pudo observar una dominancia de flora arbórea no nativa (69 especies, agrupadas en 52 géneros y 26 familias), en contraste con las nativas (54 especies, en 47 géneros y 29 familias).

Generalmente, las barrancas son áreas mejor conservadas por ser menos accesibles, por ello presentan un mayor número de especies nativas. Asimismo, se ha demostrado el papel que estas formaciones tienen como zonas de transición o corredores biológicos (Batllori 2004). En estos espacios, se censaron un total de 1 206 individuos, pertenecientes a 102 especies, 79 géneros y 43 familias.



Figura 1. Flores de árboles no nativos en la ciudad de Cuernavaca: a) lluvia de oro (*Cassia fistula*); b) paraíso (*Melia azedarach*); c) árbol de orquídea (*Bahuinia variegata*); y d) hibisco marítimo (*Hibiscus tiliaceus*). Fotos: Luis Galván.

Al conjuntar ambos censos, el total de especies fue de 151, agrupadas en 110 géneros y 51 familias. La familia del tabachín (Fabaceae, figura 2) fue la de mayor número de especies (21), seguida de las palmas (Arecaceae) y los ficus (Moraceae; con 11 especies cada una).

En general, las especies arbóreas no nativas registradas en las barrancas fueron 76 (58 géneros y 27 familias), contra 26 especies nativas (21 géneros y 16 familias). Evidentemente, las especies no nativas dominaron aun más la distribución con respecto a las nativas, lo cual refleja una pérdida de identidad en la biodiversidad.

Las especies arbóreas no nativas de la zona urbana y de las barrancas, son en su mayoría de origen asiático (31), sudamericano (13), europeo (10), australiano (7) y norteamericano (6).

Por otra parte, del total de los individuos de árboles no nativos, 76% pertenece sólo a cuatro especies: ficus (*Ficus benjamina*, figura 3) y laurel de la India (*F. retusa*) de la familia Moraceae, así como jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) y tulipán africano (*Spathodea campanulata*, figura 4) de la familia Bignoniaceae.

Asimismo, del total de las especies arbóreas no nativas registradas en Cuernavaca, 18 son especies invasoras de acuerdo con la Base Global de Datos sobre Especies Invasoras (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010; GISD 2015).

Por otra parte, en las comunidades rurales estudiadas de la REBIOSH, se registraron 239 individuos arbóreos, pertenecientes a 108 especies, agrupadas en 93 géneros y 41 familias botánicas.

La flora arbórea no nativa, estuvo representada por 38 especies (34 géneros y 21 familias). Del total de especies no nativas reportadas, 25 se consideran como invasoras (GISD 2015). Por su parte, las especies nativas estuvieron representadas por 70 especies (55 géneros y 20 familias). Respecto a su origen, el continente asiático fue el que aportó un mayor número de especies arbóreas no nativas.

Problemática identificada

En una comparativa de las composiciones florísticas de las especies arbóreas encontradas en el ambiente urbano de Cuernavaca y las comunidades de la REBIOSH (cuadro 1), se encontró que los ambientes urbanos presentan un mayor número individuos no nativos (51 familias, 110 géneros y 151 especies) respecto a los ambientes de las comunidades rurales (41, 93 y 108).

La similitud numérica entre un ambiente y otro se puede explicar, por el hecho de que muchas de las especies no nativas registradas en la REBIOSH se asocian con el ser humano, ya que la mayoría se registraron en casas



Figura 2. Tabachín (*Delonix regia*) en una calle de Cuernavaca. Foto: C.A. Vergara-Allende.



Figura 3. Ficus (*Ficus benjamina*) sobre avenida de Ciudad Universitaria en Cuernavaca. Foto: Abril Sánchez-Popoca.



Figura 4. Tulipán africano (*Spathodea campanulata*) en casa particular de Cuernavaca. Foto: Luis Galván.

Cuadro 1. Comparación de las especies arbóreas en diferentes categorías taxonómicas registradas en localidades urbanas y rurales de Morelos.

Categorías taxonómicas	Ambiente urbano	Ambiente rural	Total registrado
Familias no nativas	29	21	50
Familias nativas	36	30	66
Total familias	51	41	92
Géneros no nativos	55	34	89
Géneros nativos	59	55	114
Total géneros	110	93	203
Especies no nativas	77	43	120
Especies nativas	74	65	139
Total especies	151	108	259

Fuente: elaboración propia.

habitación y sus alrededores, esto como resultado de la comercialización de dichas especies en Morelos.

Extrañamente, el patrón de un mayor número de especies no nativas en ambiente urbano, también se presenta con las especies nativas. Lo anterior se refleja en los ambientes urbanos, con una representación de 36 familias, 59 géneros y 74 especies, mientras que en los ambientes rurales hay 30 familias, 55 géneros y 65 especies.

Esta diferencia numérica a favor del ambiente urbano puede relacionarse con el hecho de que hay elementos de la flora original, y Cuernavaca es un espacio en donde conflúan dos ecosistemas naturales, el bosque templado y la selva baja caducifolia.

Además de ello, resaltan las particularidades que ofrecen las barrancas urbanas, en términos microclimáticos y su consecuente diferenciación florística. Por su parte, el ambiente rural es el propio de comunidades asentadas en la selva baja caducifolia, mucho más homogéneo en términos de su relieve.

Conclusiones y recomendaciones

El reemplazo de especies nativas por no nativas promueve un proceso de homogeneización biótica, con la consecuente pérdida de la diversidad arbórea de los ecosistemas locales y la reducción de la capacidad del ecosistema para proporcionar servicios (Pejchar y Mooney 2009).

Cabe mencionar que el tulipán africano y el paraíso (*Melia azedarach*), son árboles considerados entre las 100 especies exóticas más dañinas del mundo. Esto se debe a su capacidad para invadir áreas agrícolas, plantaciones forestales y ecosistemas naturales, ya que a medida que crecen, desplazan a otros árboles y cultivos, y se convierten en los árboles dominantes (Batcher 2000, Lowe *et al.* 2004, Labrada y Díaz-Medina 2009, Brown y Daigneault 2014).

Otras especies como el ficus, el tabachín y el hule causan graves daños a las vialidades en zonas urbanas (figura 5), debido a que sus raíces gruesas, superficiales, extendidas y agresivas (Vargas-Garzón y Molina-Prieto 2010) levantan el concreto y rompen las tuberías.

Asimismo, en temporada de lluvias dichas especies representan riesgos y grandes gastos. Esto se debe a que no resisten las condiciones de un área a la que no están adaptadas, porque con el tipo raíces que presentan y sus grandes copas son más susceptibles a caer, y por su talla representan gastos en su mantenimiento como poda y riego (Pimentel *et al.* 2005).

Es necesario realizar monitoreo de las especies no nativas, además de estudios que en los que se relacione la transición de las de áreas urbanas a comunidades rurales y a áreas naturales semiconservadas y conservadas, para generar estrategias de detección y erradicación temprana (Kolar 2004).

En este sentido, si una especie se reporta como invasora en un lugar, es importante atender el caso y prevenir, ya que ésta es la solución menos costosa en todo contexto (Velázquez *et al.* 2014).

La educación ambiental juega un papel fundamental en este sentido, el conocimiento sobre el tema y la participación de la sociedad en el control de las especies exóticas es fundamental para mantener en equilibrio a las poblaciones naturales y la conservación de la biodiversidad. En este sentido, se propone realizar programas de educación ambiental que integren a la población en general (niños y adultos) y a su vez difundir la información con notas, anuncios, folletos, entre otros.

Adicionalmente, es vital el desarrollo e implementación de políticas públicas en torno a esta amenaza silenciosa a la biodiversidad nacional, así como el apoyo a más investigaciones relacionadas con esta temática.

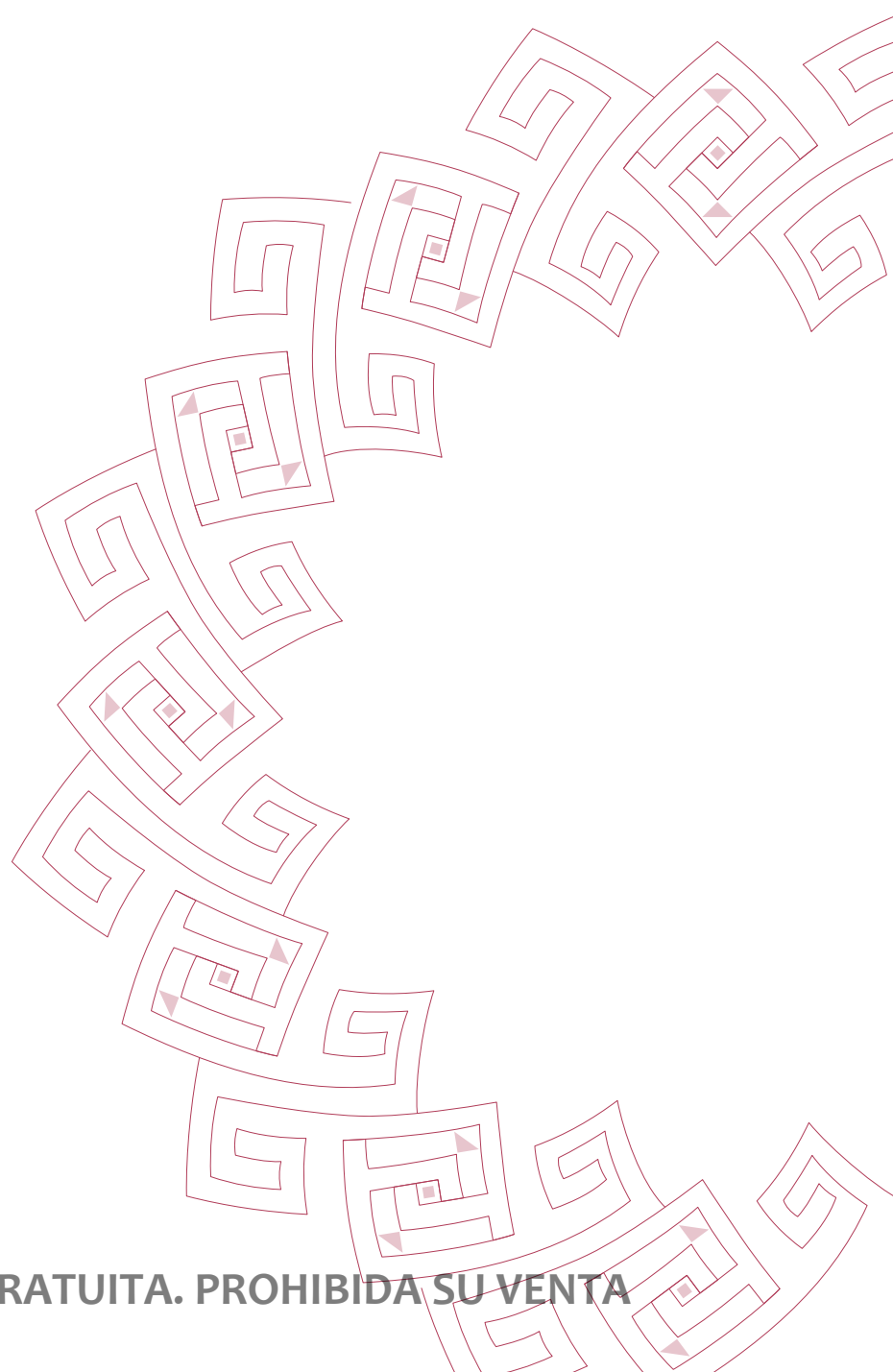


Figura 5. Raíces sobre camellón y banquetas de Cuernavaca: a) tulipán africano (*Spathodea campanulata*); b) ficus (*Ficus retusa*); y c) hule (*Ficus elastica*). Fotos: Luis Galván.

Referencias

- Atkinson, I. y E.K. Cameron. 1993. Human influence on the terrestrial biota and biotic communities of New Zealand. *Trends in Ecology and Evolution* 8:447-451.
- Batcher, M. 2000. Element stewardship abstract for *Melia azedarach*. En: <<https://www.invasive.org/weedcd/pdfs/tncweeds/meliaze.pdf>>, última consulta: 28 de febrero de 2017.
- Batlotti, G.A. 2004. Las barrancas de Morelos: enfoque educativo para un cambio de comportamiento de los moradores. *Gaceta Ecológica* 71.
- Brown, P. y A. Daigneault. 2014. Cost–benefit analysis of managing the invasive African tulip tree (*Spathodea campanulata*) in the Pacific. *Environmental Science and Policy* 39:65-76.
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación*. CONABIO/CONANP/SEMARNAT, México.
- Cox, G.W. 2004. *Alien species and evolution: the evolutionary ecology of exotic plants, animals, microbes, and interacting native species*. Island Press, Estados Unidos de América.
- D'Antonio, C.M. y P.M. Vitousek. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23:63-87.
- GISD. Global Invasive Species Database. 2015. *Home (s.f.)*. *Global Invasive Species Database, Versión 2015*. En: <<http://www.issg.org/database/welcome>>, última consulta: 06 de febrero de 2017.
- Koike, F., M.N. Clout, M. Kawamichi et al. 2006. *Assessment and control of biological invasion risks*. Shoukadoh Book Sellers/UICN, Kyoto.
- Kolar, C. 2004. Risk assessment and screening for potentially invasive fishes. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 38:391-397.
- Labrada, R. y A. Díaz-Medina. 2009. The invasiveness of the african tulip tree, *Spathodea campanulata* Beauv. *Biodiversity* 10:79-82.
- Lodge, D.M. 1993. Biological invasions: lessons for ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 8:133-137.

- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas y M. De Poorter. 2004. *100 of the world's worst invasive alien species. A selection from the Global Invasive Species Database*. ISSG, SSC y IUCN (eds.), Auckland, Nueva Zelanda.
- Naranjo, E.J. y R. Dirzo. 2009. Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*, vol. II. CONABIO, México, pp. 247-276.
- Ocampo, B.F. 2014. *Las especies arbóreas no nativas de Cuernavaca, con potencial invasor*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Pejchar, L. y H.A. Mooney. 2009. Invasive species, ecosystem service and human well-being. *Trend in Ecology and Evolution* 24:497-504.
- Pimentel, D., R. Zúñiga y D. Morrison. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52:273-288.
- Rojas-Flores, B.M. 2016. *Flora arbórea no nativa de las comunidades rurales en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla*. Tesis de licenciatura en ciencias biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Turner, N.J. y K.L. Turner. 2008. Where our women used to get the food: cumulative effects and loss of ethnobotanical knowledge and practice; case study from coastal British Columbia. *Botany* 86:103-115.
- Vargas-Garzón, B. y L.F. Molina-Prieto. 2010. Cinco árboles urbanos que causan daños severos en las ciudades. *Revista Nudo* 9:115-126.
- Velázquez, E., G. Rivera, M.A. Pérez y A. Chávez. 2014. Introducción de especies exóticas: implicaciones para la biodiversidad. En: *Biodiversidad y sustentabilidad: investigaciones sobre la biodiversidad para el desarrollo social*. Vol. II. C. Miceli y F. Reyes (coord.). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, México, pp. 113-167.
- Vié, J.C., C. Hilton-Taylor y S.N. Stuart. 2009. *Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008 IUCN Red List of threatened species*. IUCN, Suiza.
- Villaseñor, J.L. 2013. *Malezas invasoras en México*. Ponencia presentada en el II Taller de especies invasoras de la Reserva del Pedregal de San Ángel, Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM, México.
- Villaseñor, J.L. y P. Magaña. 2006. Plantas introducidas en México. *Ciencias* 82:38-40.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Producción de nopal

Consuelo Bonfil, Adriana Núñez Cruz y Bruno Barrales Alcalá

Introducción

Se denomina nopal a diversas especies del género *Opuntia*, las cuales constituyen uno de los recursos económicos más importantes de la flora mexicana. Lo anterior se debe principalmente a su importancia alimentaria, como forraje, sus propiedades físicas, químicas y ecológicas que permiten su explotación como fuente de fibra, medicinas y compuestos químicos para la elaboración de medicamentos y complementos alimenticios,

cosméticos o como material de construcción, entre otros (Stintzing y Carle 2005, CONABIO 2010).

Por todas estas características, el cultivo del nopal representa una fuente de ingresos que puede favorecer el desarrollo rural sustentable, siempre y cuando exista un manejo adecuado de las plantaciones y se realicen prácticas de conservación de suelos y agua. Las especies más importantes para el cultivo de nopal verdura son *Opuntia ficus-indica*, *O. robusta* y *O. cochenillifera*, pero la primera se cultiva más extensivamente (figura 1).



Figura 1. Nopal (*Opuntia ficus-indica*). Foto: Consuelo Bonfil.

Bonfil, C., A. Núñez-Cruz y B. Barrales-Alcalá. 2020. Producción de nopal. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 242-245.

En Morelos el cultivo del nopal presentó un fuerte incremento en los últimos años, ya que la superficie ocupada por este cultivo pasó de 306 ha en 1996 a más de 3 mil hectáreas en 2014 (SIAP 2016). De la producción, se exporta 70% a entidades como Nuevo León, Coahuila, Aguascalientes, Jalisco y Ciudad de México, el resto se destina al consumo local (SEDAGRO 2015).

De acuerdo con datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), en 2014 Morelos se posicionó en el primer lugar de producción a nivel nacional, con una superficie

cultivada de 3 581.5 ha y una producción total de 328 750 t, lo que se traduce en un rendimiento aproximado de 105 t/ha. La principal zona de producción de nopal-verdura en el estado es la zona de Los Altos de Morelos, que comprende los municipios de Tlalnepantla (aportado alrededor del 70% de la producción total), Totolapan, Tlayacapan y Tepoztlán (cuadro 1, figura 2; SIAP 2016).

La demanda del nopal verdura tiene un comportamiento que favorece a los productores del estado, pues su cultivo es constante durante todo el año, es de bajo costo y presenta un alto rendimiento. Aunque no hay



Figura 2. Cultivo de nopal. Foto: Consuelo Bonfil.

Cuadro 1. Producción de nopal verdura en Morelos por municipio en 2014.

Municipio	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	PMR (pesos/t)	Valor de la producción (miles pesos)
Tlalnepantla	2 458.0	2 438.0	234 535.60	96.2	1 450	340 076.60
Totolapan	545.0	530.0	51 675.00	97.5	1 465	75 703.90
Tlayacapan	500.0	380.0	37 620.00	99.0	1 460	54 925.20
Tepoztlán	70.0	58.0	4 796.60	82.7	1 400	6 715.30
Amacuzac	8.5	8.5	123.25	14.5	1 473	181.60
Total	3 581.5	3 414.5	328 750.45			477 602.49

PMR: Precio medio rural. Fuente: elaboración propia con datos de SIAP 2016.

reportes de los costos de producción del nopal verdura en el estado, un estudio de SAGARPA en la zona nopalera de la Ciudad de México, limítrofe con Morelos, reporta un costo de producción de 84 160 pesos/ha en 2015, mientras que el precio medio rural (PMR) por tonelada en la entidad era de alrededor de 1 453 pesos y el rendimiento promedio de 96.3 t/ha (SIAP 2016).

Esto permite estimar un ingreso en ventas de 139 798 pesos/ha, que se traduce en una ganancia neta de aproximadamente 55 638 pesos/ha/año. En los años en que no se incurre en costos de siembra o plantación, las ganancias son mayores. Esto explica el acelerado crecimiento que la superficie plantada ha experimentado en el estado.

Problemática del cultivo del nopal

En términos ambientales, este cultivo presenta diversos problemas derivados del fuerte uso de agroquímicos para el control de malezas y de plagas. Aunque el control de hierbas puede realizarse manualmente, con frecuencia se aplican herbicidas para reducir costos y porque su efecto es más duradero. Éstos son tóxicos, perjudiciales para el ambiente y la salud humana (Anguiano *et al.* 2005, Gómez-Cruz 2005).

El problema derivado del uso de insecticidas es más complejo, porque las plagas¹ causan mermas importantes en la producción y su control es más efectivo con insecticidas comerciales que con métodos alternativos. Sin embargo, representan una amenaza por su toxicidad, tanto para los consumidores como para los trabajadores rurales que los aplican regularmente sin protección adecuada (figura 3). Además de su impacto en la salud humana, el uso masivo de insecticidas causa daños en las especies no objetivo. Por ejemplo, se sugiere que el uso de insecticidas que tienen como ingrediente activo al fipronil, de la familia de los fenilpirazoles (Regent y Dulko), tiene relación con la disminución de las colonias de abejas (*Apis mellifera*) a nivel mundial.

Otro problema ambiental derivado del incremento en la producción de nopal en el estado es la deforestación por el incremento del área de cultivo en los últimos años, sobre todo en el municipio de Tlayacapan

(Verdiguel-Ochoa 2006), y en las zonas boscosas de Los Altos de Morelos. En estos lugares, los cultivos tradicionales se sustituyeron con el monocultivo de la cactácea, lo que genera una alta dependencia económica de la producción de nopal y la disminución de la seguridad alimentaria asociada al autoconsumo de productos agrícolas producidos localmente.

Cultivo de nopal orgánico

El cultivo de nopal orgánico genera interés en algunos sectores, aunque es aún muy marginal. Existe un grupo pequeño de productores organizados en la localidad de San Juan Tlacotenco, que obtienen el nopal cultivado de forma orgánica o semiorgánica a pequeña escala.

Estos productores lo transforman en diversos productos (dulces de nopal, nopal deshidratado con chile, nopal seco y molido con linaza), y los venden en mercados locales. Estas alternativas de transformación le brindan valor agregado a los productos que tienen un buen potencial de comercialización, siempre que se puedan alcanzar mercados más amplios, lo que requeriría de ampliar la cadena de transformación y distribución, así como la superficie destinada al cultivo orgánico.

Debido al crecimiento de los mercados verdes, la producción de nopal orgánico para su venta como verdura podría encontrar un nicho por el creciente interés de los consumidores por cuidar su salud. Sin embargo, implicaría realizar un esfuerzo institucional por encontrar y ampliar estos mercados, de tal manera que se asegure a los productores tanto un volumen de ventas como un precio que garanticen sus ganancias.

En cuanto a los grandes productores, es necesario redoblar esfuerzos por realizar campañas que logren disminuir de forma efectiva el uso de agroquímicos tóxicos a gran escala de manera efectiva. Debido a que algunos esfuerzos previos en este sentido han fracasado, es necesario que antes de implementarlas se escuche y tome en cuenta la opinión de los productores y se incluya en las propuestas, de forma que no se realicen contra ellos, sino con ellos (Bonfil *et al.* 2017).

Sería necesario también desarrollar programas intensivos de educación, dirigidos a todos los sectores

¹ Las principales plagas que merman la producción son el picudo del nopal (*Cactophagus spinolae*) y la cochinilla (*Dactylopius* spp.). Otras plagas comunes son la chinche roja (*Hesperolabops nigriceps*), la chinche gris (*Chelinidea tabulata*), los picudos (picudo de la espina *Cylindrocopturus birradiatus*), el caracol (*Helix aspersa*), el gusano telañero (*Platynota* spp.), el gusano cebrá (*Melitara nephelapasa*), la mancha negra (el hongo *Pseudocercospora opuntiae*), la pudrición blanca (*Erwinia carotavara*) y el mal del oro (*Alternaria* spp. y *Hansfordia* spp.; Palacios-Mendoza *et al.* 2004).



Figura 3. Aplicación de agroquímicos para control de plagas en plantaciones de nopal en San José de los Laureles, Tlayacapan. Foto: Consuelo Bonfil.

de las comunidades nopaleras (incluyendo a mujeres y niños) sobre los riesgos derivados del uso intensivo y sin regulación de agroquímicos en su salud. El establecimiento de productos, dosis y aplicaciones permitidas y su regulación efectiva deberían ser temas prioritarios para las instancias de gobierno, los productores y los consumidores.

Referencias

- Anguiano, O., M. Souza, A. Ferrari et al. 2005. *Conociendo los efectos adversos de los plaguicidas podremos cuidar nuestra salud y la del ambiente*. Escuela Superior de Salud y Ambiente-Universidad Nacional del Comahue, Argentina.
- Bonfil, C., A. Núñez Cruz y B. Barrales Alcalá. 2017. *Diagnóstico de sistemas productivos y prácticas actuales de conservación de la diversidad vegetal en el estado de Morelos*. CONABIO, México (inédito).
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. *Nopales: diversidad biológica*. En: <<http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/nopales/nopales.html>>, última consulta: noviembre de 2015.
- Gómez-Cruz, R.G. 2005. Efecto del control de malezas con paraquat y glifosato sobre la erosión y pérdida de nutrientes del suelo en café. *Agronomía Mesoamericana* 16:77-87.
- Palacios-Mendoza, C., R. Nieto-Hernández, C. Llandera-Cázares y H. González. 2004. Efectividad biológica de productos biodegradables para el control de la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Cockerell)(Homoptera: Dactylopiidae). *Acta Zoológica Mexicana* 20: 99-106
- SEDAGRO. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. 2015. *Morelos exporta la mayor parte de su producción de nopal*. Boletín informativo poder ejecutivo del Estado de Morelos. En: <<http://morelos.gob.mx/?q=printpdf/prensa/nota/morelos-exporta-la-mayor-parte-de-su-produccion-de-nopal>>, última consulta: febrero de 2016.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquería. 2016. *Producción de cultivos de Morelos*. En: <<http://www.siap.gob.mx/agricultura-produccion-anual/>>, última consulta: febrero de 2016.
- Stintzing, F.C. y R. Carle. 2005. Cactus stems (*Opuntia* spp.): a review on their chemistry, technology, and uses. *Molecular Nutrition and Food Research* 49:175-194.
- Verdiguél-Ochoa, S. 2006. *Agricultura orgánica como alternativa para la producción de nopal verdura en el municipio de Tlayacapan, Morelos*. Tesis de licenciatura en planificación para el desarrollo agropecuario. Facultad de Estudios Superiores Aragón-UNAM, México.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusiones. Factores de presión

Xavier López Medellín, Víctor Hugo Flores Armillas y José Juan Blancas Vázquez

Los principales factores de presión sobre la biodiversidad en Morelos derivan de la pérdida de cobertura vegetal, lo cuales son producto, principalmente, del desarrollo urbano y el avance de la frontera agrícola sin planeación. Asimismo, otro factor que afecta de forma indirecta son los efectos del cambio climático que incrementarán la temperatura y la frecuencia de eventos catastróficos.

Con el tiempo, estas fuerzas fragmentaron y degradaron los ecosistemas del estado de severamente. Aunque también existen otros factores que amenazan la conservación de la biodiversidad, como la introducción de especies invasoras, el comercio ilegal de vida silvestre y la cacería furtiva.

Por estas razones, es imperativo contar con instrumentos de uso del territorio que garanticen la protección de la biodiversidad. En este sentido, se debe de considerar la creación de nuevas áreas naturales protegidas federales, estatales, municipales y privadas, donde se busque su co-manejo con las comunidades locales.

De igual manera, es necesario fomentar programas de ordenamiento ecológico territorial municipal, que permitan un desarrollo urbano y agropecuario planificado que redunde en la conservación y en su caso restauración de la cobertura vegetal del estado, así como su actualización en los términos de la legislación. Aunado a esto debería incentivarse la participación ciudadana en los consejos consultivos de dichos programas.

El desarrollo de políticas públicas adecuadas para la detección temprana de especies invasoras permitirá tomar medidas para su rápido monitoreo y control. Para ello se requiere fomentar la investigación y la aplicación de los resultados en el manejo de dichas especies, y por supuesto es necesaria la participación de la sociedad en el conocimiento y control de las poblaciones de éstas.

Es fundamental el diseño de políticas públicas efectivas y la aplicación de la ley, bajo un enfoque que reconozca los aspectos socioeconómicos, culturales y éticos de cada región, así como la relación entre la sociedad y la vida silvestre.

Otro aspecto crucial para reducir la vulnerabilidad a distintas escalas (individuos, poblaciones, comunidades, ecosistemas), debería ser la generación de información ecológica de aquellos recursos de interés local. Todo ello, con la finalidad de identificar las posibles amenazas, oportunidades de manejo, aprovechamiento y conservación.

Al carecer de dicha información, se pueden tomar decisiones que comprometen la integridad de los ecosistemas. Ejemplo de esto es la sobreexplotación de recursos naturales que disminuye las poblaciones silvestres.

En contraste, contar con información de calidad, puede redundar en formas de gestión de los recursos, que aumenten la disponibilidad espacial y temporal de especies con alta importancia cultural y económica para los pobladores de Morelos.

Además de la generación de dicha información, es importante la incorporación de los conocimientos tradicionales en las estrategias de manejo, que permita un aprovechamiento sustentable y el bienestar social.

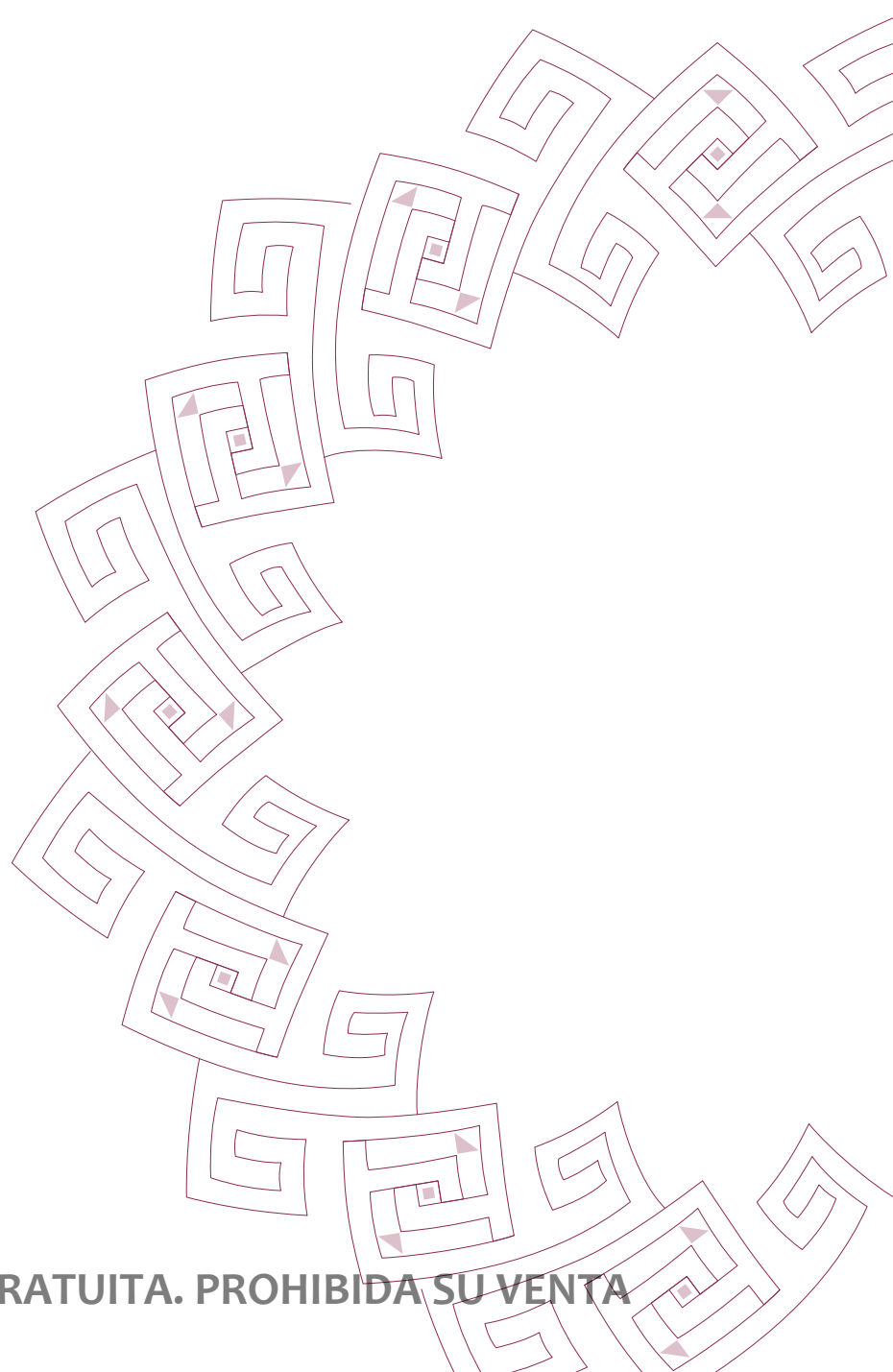
Reforzar la investigación para la adaptación al cambio climático, a nivel ecosistémico, permitirá tomar acciones preventivas y predictivas. Estas se pueden aplicar a la prevención de incendios forestales, así como al seguimiento de enfermedades generadas por diversas plagas, las cuales afectan tanto a especies silvestres, como a cultivos, lo cual debería ser una prioridad estatal.

Aunque se han aplicado medidas oportunas para la protección de la biodiversidad, como la creación de

áreas naturales protegidas (Sierra de Huautla y Sierra de Monte Negro), que han contribuido a mantener ecosistemas clave para Morelos, la falta de recuperación de la vegetación y la elevada fragmentación de hábitats continúan amenazando la biodiversidad.

Por tal motivo, es necesaria la construcción de indicadores y el monitoreo ecosistémico que proporcionen

información oportuna y efectiva para poder conservar y restaurar los ecosistemas. Afortunadamente, cada vez existen más grupos sociales comprometidos con el medio ambiente y la calidad de vida de los habitantes del estado, lo que resulta esperanzador para lograr el desarrollo sustentable que tanta falta le hace a Morelos como estado y a México como nación.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

12 · Gestión y estrategias de conservación

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo. Gestión y estrategias de conservación

Liliana González Flores y Einar Topiltzin Contreras MacBeath

Para la toma de decisiones es fundamental conocer el estado actual de la biodiversidad de Morelos, debido a los impactos que las actividades humanas tienen sobre ésta. Asimismo, es importante conocer en detalle cuáles han sido las estrategias y acciones implementadas en la entidad, para su protección, manejo y uso sustentable. En este sentido, en la presente sección se detallan aspectos relacionados con una serie de acciones tendientes a la protección de ecosistemas, especies y servicios ecosistémicos, así como acciones de manejo, restauración y educación ambiental.

La entidad es pionera en establecer estrategias de conservación, prueba de ello, es que fue el primer estado en publicar su Estrategia Estatal sobre Biodiversidad (2003), así como el segundo en publicar el Estudio sobre Biodiversidad (2006). Además, existen ejemplos de otras estrategias y acciones implementadas para la conservación de la diversidad biológica. En esta sección se presentan los principales instrumentos y herramientas para la conservación del capital natural de la entidad.

Uno de los temas que se aborda es el de las áreas naturales protegidas (ANP), como la principal estrategia de conservación en la entidad por el momento. Asimismo, se presenta información actualizada y se describen brevemente las 14 ANP que protegen una superficie de 119 691.33 ha, lo cual representa 24.13% del territorio estatal. De éstas, cinco son de administración federal, siete de competencia estatal y dos municipales, e incluyen prácticamente a todos los tipos de vegetación existentes en la entidad, principalmente bosques de pino, pino-encino y selva baja caducifolia. Además, contemplan algunos ecosistemas acuáticos que incluyen cuerpos de agua y segmentos de ríos.

Un porcentaje importante de la superficie que abarca, presenta coberturas de suelo alteradas o completa-

mente transformadas, como podría ser el caso de valles agrícolas o asentamientos humanos. Sin embargo, algunas otras zonas de alta relevancia ambiental no se encuentran consideradas dentro de la superficie protegida. Por lo tanto, a pesar de la elevada proporción de territorio dedicado a conservación en el estado, la representatividad de la diversidad biológica estatal en las ANP podría no haberse alcanzado.

Por lo anterior, en esta sección se proponen sitios prioritarios para la conservación del capital natural. Se identificaron 104 112 ha que se encuentran fuera de los decretos de ANP, los cuales deberán considerarse para la formulación de nuevos instrumentos que favorezcan su preservación.

Si bien el enfoque de conservación de ANP y de sus servicios ambientales es fundamental para evidenciar la importancia que tiene la biodiversidad para la sociedad, éste no necesariamente contribuye a la conservación de numerosas especies que las integran, a pesar de que muchas de éstas pueden ser fundamentales para el funcionamiento del ecosistema. Por ello, en términos de conservación de especies, se ha trabajado en una estrategia para la conservación de especies prioritarias.

Si bien existen especies de interés para su conservación al nivel global o nacional (como el jaguar), hay algunas otras que tal vez no resaltan a tales escalas, pero que de manera local (escala estatal) son importantes, y por consiguiente su conservación es responsabilidad de los gobiernos locales. Como resultado de este proceso, se definieron 13 especies prioritarias para Morelos (tres plantas y 10 de fauna), cinco de éstas son endémicas al estado.

Otro de los principales instrumentos de política ambiental en la protección de la biodiversidad ha sido el programa de ordenamiento ecológico del territorio

González-Flores, L. y T. Contreras-MacBeath. 2020. Resumen ejecutivo. Gestión y estrategias de conservación. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 253-254.

publicado en 2014. Éste tiene como objetivo impulsar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región.

A través de este instrumento se identifica que 24% de la superficie del territorio se encuentra bajo alguna política de preservación, protección y protección-restauración; mientras que la política de restauración que se aplica en 8% del territorio, establece acciones orientadas a evitar una mayor degradación de los recursos naturales y recuperar los espacios conservados. Finalmente, el 51% restante del territorio, se aplican políticas mixtas relacionadas con el aprovechamiento sustentable (aprovechamiento-restauración y aprovechamiento-protección), que además de permitir las actividades productivas, promueven figuras de conservación como la explotación forestal y el manejo de vida silvestre.

En esta sección también se hace un análisis sobre las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), como una estrategia de conservación y aprovechamiento sustentable. Éstas constituyen el instrumento legal, técnico y científico que fundamenta y regula en la actualidad el aprovechamiento de los recursos de vida silvestre en México.

En la entidad se registran 78 UMA intensivas, en su mayoría viveros y 45 UMA extensivas, de las cuales la principal especie de aprovechamiento (cinegético) es el venado cola blanca. Dicho análisis evidenció aspectos limitantes o ausentes en el manejo y operación de las UMA que sería necesario evaluar en estudios posteriores y/o fomentar entre los usuarios, para cumplir con la meta de conservación en un sentido amplio, como la protección estricta, el aprovechamiento y la restauración.

Otro tema que se aborda en la sección como una propuesta para recuperar los ecosistemas degradados, es

la restauración ecológica. Los trabajos de restauración en el estado han avanzado desde el punto de vista experimental y práctico. Para integrar estos dos puntos de vista es necesario generar alianzas entre gobierno, académicos y sociedad, para seleccionar en conjunto las áreas a restaurar y las metas particulares de cada restauración.

La biodiversidad no puede verse como un tema aislado de la educación ambiental, debido que ésta no sólo busca la protección de la naturaleza, sino que promueve la construcción colectiva de conocimientos y la valoración de saberes que se traduzcan en prácticas que mejoren la calidad de vida de las comunidades. De tal manera que, se fomenten la acción colectiva a través de la conservación de la naturaleza y el uso sustentable de los recursos naturales; que ayuden a consolidar sociedades plurales, equitativas y solidarias.

En el estado existe una diversidad de actores que a lo largo de los años se han involucrado en la consolidación de la educación ambiental, y que ha servido para sentar las bases de un proceso de transformación, que permita avanzar hacia el desarrollo sustentable. En esta sección se presenta un análisis de la situación de la educación ambiental formal y no formal en la entidad.

Finalmente, la convergencia de características ambientales, ecológicas, geográficas y culturales de Morelos ha dado lugar a una amplia gama de servicios ecosistémicos que brindan beneficios a los pobladores. Conocer el estado actual de los elementos que conforman éstos, permite valorar y entender las amenazas a las que están sujetos, así como la posibilidad de desarrollar acciones y herramientas de gestión y protección que salvaguarden su permanencia para futuras generaciones. Es así que, en esta sección se presentan de manera resumida los principales servicios ecosistémicos de los cuales se beneficia la población de la entidad.

Áreas naturales protegidas

Liliana González Flores y Einar Topiltzin Contreras MacBeath

Introducción

Históricamente, las sociedades han separado del uso tradicional de los territorios para proteger valores naturales o culturales (McNeely *et al.* 1994). Consecuentemente, la designación de áreas naturales protegidas (ANP) se convirtió en la piedra angular de los esfuerzos globales de conservación. En la actualidad, estos sitios abarcan 15.4% de la superficie terrestre del planeta (1.4×10^8 km²), sin incluir la Antártida (Juffe-Bignoli *et al.* 2014).

México presenta esta misma tendencia, debido a que una de las estrategias más importantes para la conservación de la diversidad biológica y de los servicios ecosistémicos que ésta provee a las sociedades, es el decreto de las ANP. En la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), estas áreas se definen como porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados (SEDUE 1988a).

Las ANP se crean mediante decreto presidencial o estatal, o a través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación. Su finalidad es que, a través de su manejo y administración, se regulen las actividades que pueden llevarse a cabo, sujetándolas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo según las categorías establecidas en la LGEEPA, y para el caso de Morelos, las establecidas en la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos (Congreso del Estado 1999). Cabe señalar que una característica particular de las ANP en México (a diferencia de lo que ocurre en otros países como Estados Unidos o Canadá), es que la mayoría de los territorios

que sustentan la riqueza biológica se encuentran en regímenes de propiedad social (ejidal y comunal).

Se calcula que, a nivel nacional 80% de la superficie de bosques y selvas se encuentran bajo el régimen de propiedad social (Ricker 2010) y bajo este mismo régimen de propiedad lo presentan casi 60% de los predios dentro de las ANP federales, mientras que al menos 20% es propiedad pública, y alrededor del 12% es propiedad privada (Bezaury-Creel y Gutiérrez 2009). En Morelos, la distribución es similar, debido a que 75% de su superficie protegida es de propiedad social (sds 2014).

En muchos casos la administración de estos sitios resulta problemática por la tenencia de la tierra en las ANP. Asimismo, muchas ANP se decretaron en sitios con conflictos agrarios de carácter individual y colectivo, por lo cual la protección al capital natural se dificulta (Latargère 2009).

El tema sobre la protección de estos sitios cobró importancia con la promulgación de la LGEEPA en 1988, y con la creación de lo que en aquella época era la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca en 1994. La culminación de esta nueva política ambiental se dio con la creación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP; De la Maza y De la Maza 2010).

Lo anterior ejemplifica la importancia de considerar que, además de los decretos e incrementar el número de ANP, las declaratorias de ANP deben ser consensadas y avaladas por los dueños de las tierras. Asimismo, se les debe destinar recursos para su manejo, operación y monitoreo.

En este sentido, el tipo de decreto (federal, estatal o municipal) de cada área, define su administración. En todo el territorio mexicano, cuando las ANP son decretadas por la federación, la administración es a través de CONANP. En Morelos, la administración de las ANP

González-Flores, L. y T. Contreras-MacBeath. 2020. Áreas naturales protegidas. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 255-279.

decretadas por el Gobierno del Estado, es a través de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS), y en el caso de las decretadas bajo jurisdicción municipal, su manejo depende de cada ayuntamiento.

Morelos cuenta con 14 ANP, de las cuales cinco son federales, siete estatales y dos municipales (del municipio de Cuernavaca). En conjunto protegen una superficie de 119 691.33 ha, que representa 24.13% del estado.

Prácticamente, estas ANP incluyen a todos los tipos de vegetación existentes en la entidad, en su mayoría bosques de pino, pino-encino y selva baja caducifolia. Asimismo, contemplan algunos ecosistemas acuáticos que incluyen cuerpos de agua y segmentos de ríos (cuadro 1 y figura 1).

Áreas de jurisdicción federal

Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin (COBIO)

Se compone de la fracción I y II, las cuales conectan a los parques nacionales Lagunas de Zempoala y El Tepozteco (SEDUE 1988b). Cerca de 70% de su territorio pertenece a ejidos y comunidades, el resto es propiedad privada y federal (SEDUE 1988b). Cuenta con una propuesta de programa de manejo aún no publicada (SEMARNAT 2009).

Uno de los objetivos del decreto del COBIO es conectar a los dos parques nacionales previamente establecidos: Lagunas de Zempoala y El Tepozteco. La finalidad de

Cuadro 1. Áreas naturales protegidas en Morelos.

Jurisdicción	Nombre	Categoría	Fecha del decreto	Superficie (ha)	Publicación programa de manejo	Principales ecosistemas
Federal	Corredor Biológico Chichinautzin	Área de protección de flora y fauna	30-11-1988	36 986.82*	En proceso	Bosques de pino, pino-encino, oyamel y mesófilo de montaña, encinares, selva baja caducifolia y matorral crasicaule
	El Tepozteco	Parque nacional	22-01-1937	20 954.20*	09-05-2011	Bosques de pino, pino-encino, oyamel y mesófilo de montaña y selva baja caducifolia
	Lagunas de Zempoala	Parque nacional	27-11-1936	3 004.39*	08-03-2011	Acuáticos, bosques de pino y oyamel, zacatonal
	Iztaccíhuatl-Popocatepetl	Parque nacional	08-11-1935	443.70*	02-04-2013	Bosques de pino y oyamel, páramo de altura y zacatonal
	Sierra de Huautla	Reserva de la biosfera	10-07-1999	48 798.84*	27-11-2007	Selva baja caducifolia
Estatal	Barranca de Chapultepec	Parque estatal urbano	06-01-1965	12.84	10-08-2016	Acuáticos y bosque de galería
	Los Sabinos, Santa Rosa, San Cristóbal	Zona sujeta a conservación ecológica	31-03-1993	152.31	En proceso	Acuáticos y bosque de galería
	Sierra de Monte Negro	Reserva estatal	22-05-2008	7 724.85	13-10-2010	Selva baja caducifolia
	Las Estacas	Reserva estatal	10-06-2008	652.23	En proceso	Selva baja caducifolia, bosque de galería y vegetación acuática y subacuática
	El Texcal	Parque estatal	17-02-2010	258.93	20-08-2010	Selva baja caducifolia
	Cerro de la tortuga	Parque estatal	05-09-2012	310.20	En proceso	Selva baja caducifolia
	Cueva el Salitre	Refugio de vida silvestre	25-04-2018	0.03	En proceso	Selva baja caducifolia
Municipal	Barrancas Urbanas de Cuernavaca	Zona natural protegida	21-01-2015	369.95	Programa no publicado	Acuáticos y bosque de galería
	Bosque Mirador	Área natural protegida	17-02-2016	22.05	Programa no publicado	Bosque de pino-encino

*Superficie dentro de Morelos, no es la superficie total del ANP. La superficie que ocupan las ANP federales dentro del estado se obtuvieron con información de INEGI 2016, CONANP 2018. Fuente: elaboración propia con información de SEDUE 1988, Gobierno del Estado de Morelos 1993, 2008, 2012, 2015, 2016a, b, 2018, Congreso del Estado de Morelos 1999, CONANP 2008, 2018, CEAMA 2010, INEGI 2016, SEMARNAT 2011a, b, 2013.

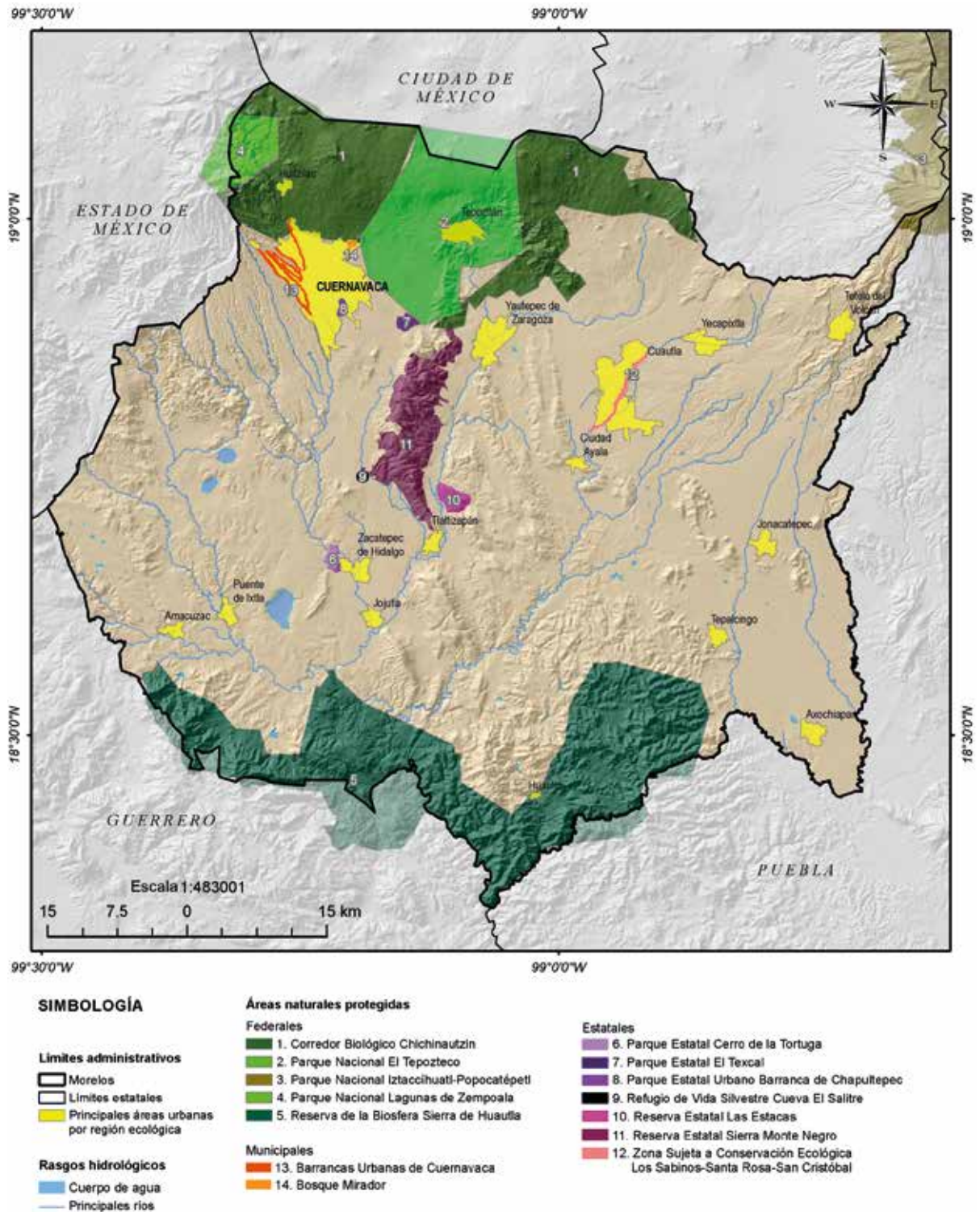


Figura 1. Ubicación de las ANP en Morelos. Fuente: elaboración propia con información de SEDUE 1988b, Congreso del Estado 1999, Gobierno del Estado de Morelos 1993, 2008, 2012, 2015, 2016a, b, CONANP 2008, CEAMA 2010, SEMARNAT 2011a, b, 2013.

esto es: 1) servir como un corredor biológico que asegure la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de la biota de la región; y 2) constituir una barrera que evite la conurbación de las zonas urbanas de Morelos y la Ciudad de México (Contreras-MacBeath y Ríos 2010).

Las dos fracciones del COBIO complementan y conforman un complejo continuo de tres áreas naturales protegidas (figura 2; SEDUE 1988b). A este complejo comúnmente se le denomina Corredor Biológico Chichinautzin.

En el corredor confluyen elementos florísticos de las regiones Neártica y Neotropical, lo cual le proporciona una gran diversidad paisajística. Tiene un intervalo altitudinal que va de los 1 250 a los 3 450 msnm y una gran heterogeneidad topográfica, geológica y climática, aspectos que generan una gama de condiciones ecológicas que derivan en una notable diversidad de hábitats y especies (Contreras-MacBeath y Ríos 2010).

Lo anterior se expresa en los diferentes tipos de vegetación que se pueden encontrar: bosque de pino (*Pinus* sp.), bosque de oyamel (*Abies* sp.), bosque de encino (*Quercus* sp.), bosque de aile (*Alnus* sp.), bosque mesófilo de montaña, matorral crausicaule (figura 3) y selva baja caducifolia (Monroy y Taboada 1990).

La propuesta del programa de manejo (SEMARNAT 2009) reporta la siguiente información referente a la diversidad biológica: 904 especies de flora y 227 especies de hongos. Sin embargo, esta cifra podría aumentar con la realización de más estudios en la zona.

Con respecto a los invertebrados, se tiene información relacionada únicamente a la artrópoda (insectos y arañas), la cual está representada por 1 348 especies, de las cuales los escarabajos (coleópteros) comprenden 50%.

Los anfibios y reptiles están representados por 29 y 87 especies respectivamente, de las cuales, nueve especies de anfibios y 38 de reptiles se encuentran en alguna categoría de riesgo. La avifauna del área presenta 242 especies registradas, de las cuales, 10 se encuentran en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT 2010). Respecto a los mamíferos, se registran 64 especies, de las cuales 14 se encuentran en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT 2010).

De la fauna, se destaca la presencia de especies emblemáticas como el conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*), la musaraña coluda mexicana (*Sorex oreopolus*) y el gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*), endémicas del Eje

Neovolcánico Transversal y consideradas en peligro de extinción (SEMARNAT 2010). Asimismo, destaca el ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni*), también endémico del Eje Neovolcánico Transversal (figura 4).

La zona se encuentra sujeta a una presión continua, provocada en primer lugar, por la venta de terrenos de propiedad social, ejidos y comunidades, que se utilizan para desarrollos inmobiliarios (crecimientos urbanos irregulares); seguido por los cambios de uso del suelo de forestal a agropecuarios. Otros factores que generan presión sobre el área son algunas problemáticas localizadas de tala clandestina, cacería furtiva, y malas prácticas agropecuarias que repercuten en la ocurrencia de incendios forestales, entre otros (Arriola *et al.* 2014).

Este territorio es de gran importancia para la conservación por la biodiversidad que preserva, y porque tiene un coeficiente de infiltración de agua de 70%. Esto último, hace de esta área una zona importante para la recarga de acuíferos (Aguilar 1990).

Desde el 2000 se estableció un consejo asesor que funciona como una plataforma de participación social que reúne a ejidos y comunidades inmersas en el COBIO y donde se proponen proyectos, estrategias de manejo e incluso la atención de la problemática ambiental de las diferentes comunidades (Contreras-MacBeath y Ríos 2010).

A partir de 2003, el COBIO recibe financiamiento del Banco Mundial para impulsar proyectos de investigación, comunitarios de corte turístico y ambiental. Ejemplo de ello, es la implementación de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) en el ejido y comunidad de Nepopualco, municipio de Totolapan. También se brinda apoyo a proyectos productivos como el de cultivo de hongos zeta en la comunidad de Santa María Ahuacatlán, municipio de Cuernavaca, el de medicina tradicional en Tlayacapan y el de apicultura en Nepopualco (Caffagni 2017).

Parque Nacional El Tepozteco (PNT)

El Parque Nacional El Tepozteco se decretó como ANP federal el 22 de enero de 1937, por su invaluable biodiversidad, paisajes y cultura. Su programa de manejo se publicó el 9 de mayo de 2011 (SEMARNAT 2011b).

Cuenta con una superficie de 23 258.7 ha, la mayor parte (20 954.20 ha) se distribuye en Morelos (en los municipios de Tepoztlán, Tlalnepantla y Cuernavaca), y en

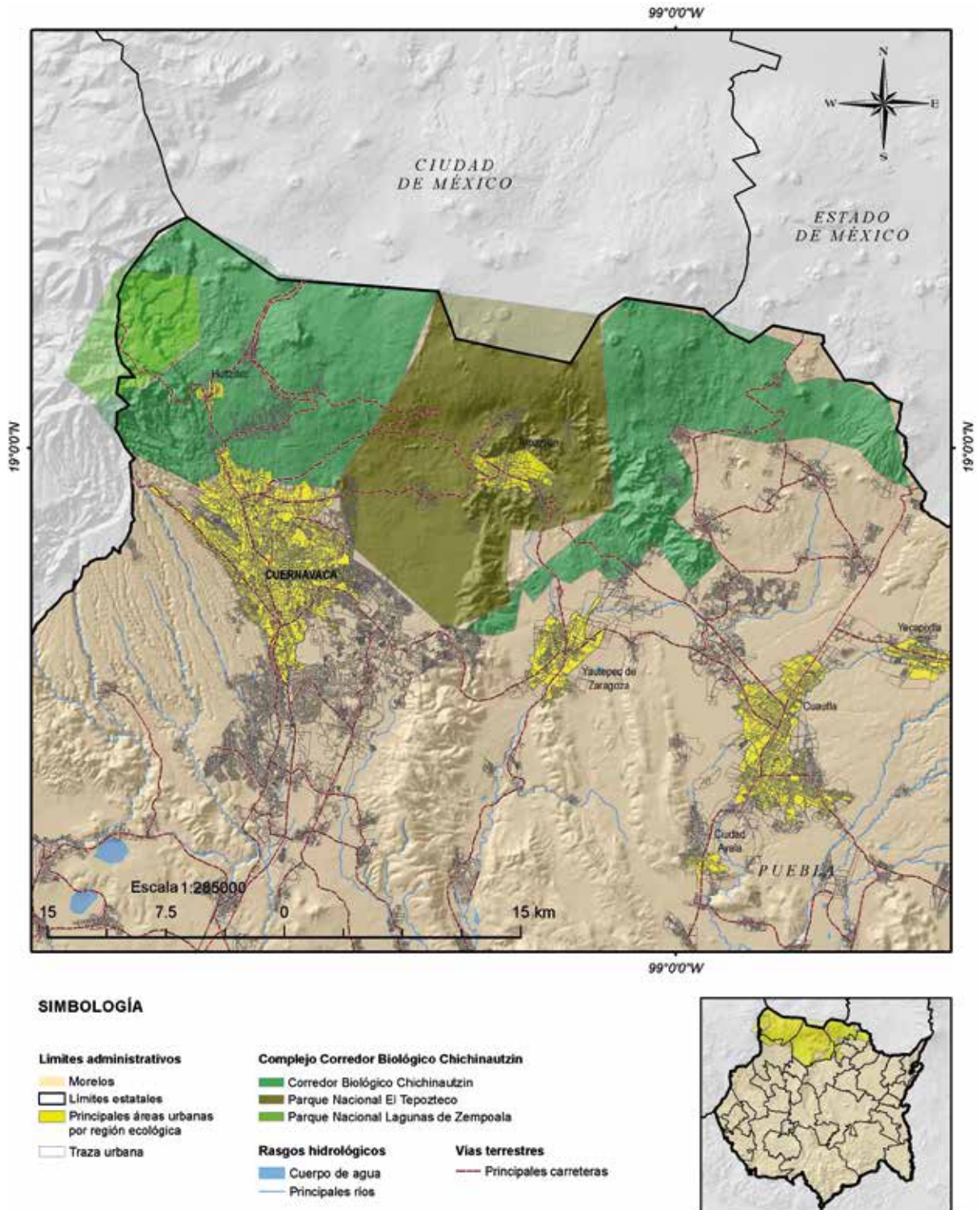


Figura 2. Complejo Corredor Biológico Chichinautzin, conformado por tres ANP: Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Parque Nacional El Tepozteco y Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin. Fuente: elaboración propia con datos de SEDUE 1988b.



Figura 3. Tipo de vegetación representativa del matorral crasicuale del COBIO. Foto: Topiltzin Contreras-MacBeath.



Figura 4. El ratón de los volcanes habita exclusivamente en las montañas del centro de México. Foto: Juan Pablo González Cózatl Arellano.

menor proporción en la alcaldía Milpa Alta en la Ciudad de México.

Su administración está a cargo de la CONANP, aunque el Instituto Nacional de Antropología e Historia es responsable de la zona arqueológica y el convento de la Natividad en el poblado de Tepoztlán. El régimen de tenencia de la tierra que prevalece es 80% comunal y ejidal, 15% privado y 5% federal (SEMARNAT 2011b).

Fisiográficamente, el parque forma parte del Eje Neovolcánico Transversal y tiene un rango altitudinal que va de 1 500 a 3 000 msnm. Su topografía es de serranías, entre las que destaca la sierra de Tepoztlán (figura 5; SEMARNAT 2011b).

Por su ubicación geográfica es una zona de transición donde coinciden elementos de bosque templado como bosque de pino (*Pinus* sp.), bosque de pino-encino (*Pinus* sp. y *Quercus* sp.), bosque de oyamel (*Abies religiosa*), así como pastizal subalpino; en las regiones bajas, menores a 1 600 msnm, se encuentran elementos de selva baja caducifolia (SEMARNAT 2011b).

De acuerdo con SEMARNAT (2011b) y Arias-Ataide y Díaz (2016), la diversidad florística en el parque es de

1 119 especies de flora de las cuales, en función de su riqueza, destacan las familias de las orquídeas (Orchidaceae), pastos (Poaceae), margaritas (Asteraceae) y lamiáceas (Lamiaceae). La diversidad de hongos se compone por 363 especies de macromicetos (hongos visibles), así como especies micorrícicas (hongos que establecen asociaciones simbióticas con raíces de las plantas), principalmente en los bosques de encino y pino, y especies parásitas (especies conocidas como destructoras de madera).

En cuanto a fauna, se reporta un total de 469 especies de vertebrados. Específicamente, de anfibios se reportan 27, y algunos representantes de este grupo son: el tlaconete de Morelos (*Pseudoeurycea altamontana*), el tlaconete dorado (*Pseudoeurycea leprosa*) y la rana de Moctezuma (*Lithobates montezumae*; SEMARNAT 2011b, Arias-Ataide y Díaz 2016).

Se registran 74 especies de reptiles, como el lagarto enchaquirado (*Heloderma horridum*), que es la única lagartija venenosa, y que difícilmente ataca o muerde a la gente ya que es muy lenta; asimismo, se pueden encontrar comúnmente los chintetes (*Sceloporus horridus*) y víboras cascabel (*Crotalus* spp.).



Figura 5. El macizo montañoso de la sierra de Tepoztlán constituye un elemento paisajístico importante y es su principal atractivo. En la imagen destaca la pirámide del cerro Tepozteco que da su nombre a la sierra. Foto: Topiltzin Contreras-MacBeath.

De las aves se tienen registradas 301, de las cuales, 24 son endémicas para México, como la matraca del Balsas alacranera (*Campylorhynchus jocosus*), la chachalaca pálida (*Ortalis poliocephala*), el mosquerito papamoscas pinero (*Empidonax affinis*), el chupamirto prietocolibrí opaco (*Cyananthus sordidus*) y la gallina de monte (*Dendrortyx macroura*). Finalmente, 67 especies corresponden a mamíferos, y resalta la presencia del zacatuche (*R. diazi*) y el ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni*).

Las principales problemáticas que presentan del parque en la zona baja (la más poblada), son la continua presión de asentamientos humanos, las construcciones suburbanas, la agricultura permanente, la gran afluencia de visitantes y la contaminación por desechos sólidos. En la parte alta (con la mayor parte de vegetación), es frecuente la ocurrencia de incendios por el uso inadecuado del fuego en actividades agropecuarias, así como la falta de manejo forestal y presencia de plagas (SEMARNAT 2011b).

Entre las estrategias de manejo implementadas en el parque y definidas en su programa de manejo, están las relacionadas con acciones de restauración y preservación de la conectividad de los ecosistemas con el Corredor Biológico Chichinautzin y el Parque Nacional Lagunas de Zempoala.

Asimismo, a través del apoyo a brigadas de monitoreo comunitarias se llevan a cabo acciones de conservación del hábitat de especies en riesgo como el gorrión serrano y el conejo zacatuche (Salazar 2017). Además, se fortalecieron actividades productivas tradicionales derivadas de la miel y del nopal producidas por las comunidades inmersas en el ANP, así como la consolidación de proyectos ecoturísticos, como el de Quetzalcóatl Temachtiani, que es además un proyecto comunitario. Finalmente, se trabaja con el ordenamiento de las actividades turísticas y recreativas (Salazar 2017).

Parque Nacional Lagunas de Zempoala (PNLZ)

El decreto para su formación se realizó el 27 de noviembre del 1936, con una superficie de 4 790 ha (CONANP 2008), y su programa de manejo se publicó en 2011 (SEMARNAT 2011a). La mayor parte de su área se encuentra en Morelos (3 004.39 ha) y el resto en Estado de México. La tenencia de la tierra es comunal y pertenece a las comunidades de San Juan Atzingo, Huitzilac y Jalatlaco (CONANP 2008).

Presenta una topografía muy accidentada de pequeñas serranías con altitudes entre 2 400 y 3 600 msnm. Sus características físicas, hacen que sea un área primordial para la regulación del ciclo hidrológico en la entidad y en el Estado de México.

Los tipos de vegetación dominantes en el PNLZ son: bosque de pino (*Pinus* sp.), bosque de oyamel (*Abies religiosa*), bosque de pino-encino y bosque de encino (*Quercus* sp.; CONANP 2008). Uno de los ecosistemas más relevantes de esta ANP es el acuático, pues el área comprende siete cuerpos de agua: los lagos de Zempoala (figura 6), Compila, Tonatiahua, Acomantla, Acoyotongo, Quila, Hueyapan y un pequeño manantial, conocido como la Joya de Atezcapan. De éstos, solamente Zempoala y Tonatiahua son permanentes, los demás presentan agua sólo durante la época de lluvias (Sosa 1935).

El parque alberga 946 especies de flora, así como 336 especies de hongos macromicetos (hongos visibles; SEMARNAT 2011a). Muchas especies de hongos del parque son comestibles y se aprovechan comercialmente por las comunidades de la zona (Aldasoro *et al.* 2016).

Se reportan 66 especies de plantas acuáticas, de las cuales destacan las endémicas de México como la lama (*Potamogeton illinoensis*), el perrito de agua (*Utricularia lívida*), los pastos acuáticos (*Eriocaulon ehrenbergianum* y *E. microcephalum*), el *Carex hermanni* e *Isoetes mexicana*, así como *Limosella aquatica* (Bonilla-Barbosa y Novelo 1995).

En el lago de Zempoala, destaca la presencia del acocil o langostino de río (*Cambarellus zempoalensis*), invertebrado de gran importancia por ser endémico al sitio. Asimismo, se reportan cinco especies de peces, de las cuales dos se distribuyen de manera natural en el área: el mexcalpique de Zempoala y la carpita azteca (*Girardinichthys multiradiatus* y *Aztecula sllaei*; Contreras-MacBeath y Ríos 2010).

En cuanto a los anfibios, se pueden encontrar ocho especies. Destaca el ajolote de Zempoala (*Ambystoma altamirani*; figura 7), que se encuentra en la categoría de amenazada, y el tlaconete morelense (*Pseudoeurycea altimontana*), que está sujeto a protección especial por la NOM-059 (SEMARNAT 2010); ambas especies son endémicas del Eje Neovolcánico Transversal.

El grupo de los reptiles se encuentra representado por 34 especies, y destaca la presencia de la serpiente de cascabel bandas cruzadas (*Crotalus transversus*; figura 8), que es endémica para la región y que de acuerdo con la NOM-059, está en peligro de extinción (SEMARNAT 2010).



Figura 6. El lago de Zempoala es hábitat de diversas especies y ofrece un paisaje excepcional para el desarrollo de actividades turísticas. Foto: Miguel Ángel Sicilia Manzo.



Figura 7. Aproximadamente 30% de la totalidad del hábitat disponible para el ajolote de Zempoala presenta modificaciones importantes que pueden evitar que esta salamandra encuentre condiciones adecuadas para su desarrollo. Foto: Juan Antonio Reynoso Morán.



Figura 8. La serpiente cascabel bandas cruzadas llega a medir 46.5 cm, es una especie endémica de México y se considera como rara debido a que sus poblaciones son bajas. Foto: Juan Antonio Reynoso Morán.

Por su parte, recientemente se actualizó el registro de las aves a 247 especies (Morales 2017). En lo que respecta a los mamíferos, en el área se registran 62 especies. Dentro de este grupo, Aranda *et al.* (2014), reportaron por primera vez la presencia de ocelote (véase *Presencia del ocelote (Leopardus pardalis) al noroeste de la entidad* en esta obra).

Los principales factores de presión para la biodiversidad del parque se relacionan con el sobrepastoreo, los incendios, la extracción de tierra, la tala ilegal, la cacería, el turismo desordenado, y la contaminación del suelo y agua por desechos sólidos. Asimismo, se reporta la presencia de plagas por insectos descortezadores, los cuales pueden ser de alto riesgo.

Para contrarrestar lo anterior, la CONANP realiza diversas acciones enmarcadas en la propuesta del programa de manejo, el cual se basa en seis estrategias de conservación: protección, manejo, restauración, conocimiento, cultura y gestión de restauración (SEMARNAT 2011a).

Una de las acciones emprendidas es la restauración, a través de actividades de reforestación por parte de los integrantes de las comunidades vecinas y con apoyo de la CONAFOR. Lo anterior permitió recuperar áreas de bos-

que que fueron afectadas por incendios o por extracción no autorizada de madera (Morales 2017). De igual manera, la capacidad de regeneración natural del bosque también ha permitido recuperar sitios importantes de este tipo de vegetación (Morales 2017).

Al contar con la categoría de parque nacional, únicamente se permite realizar actividades relacionadas con la conservación de los recursos naturales, preservación de los ecosistemas, investigación, recreación, turismo y educación ambiental. Entre las actividades de educación ambiental, destaca la recepción de alumnos de diferentes niveles escolares, a los cuales se les imparten pláticas sobre los servicios ecosistémicos que ofrece el área, que se complementan con la visita al museo interpretativo (Morales 2017).

Para las actividades de recreación, el parque cuenta con una zona de uso público conformada por una superficie de 142 ha. En esta área se incluyen atractivos naturales, así como infraestructura de apoyo para la realización de actividades recreativas y ecoturísticas, constituidas por señalización, comederos, estacionamiento, senderos interpretativos, miradores, baños públicos y el museo interpretativo (Contreras-MacBeath y Ríos 2010).

Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl

Este parque nacional se decretó en 1935 y cuenta con programa de manejo publicado en 2013 (SEMARNAT 2013). Cabe mencionar que dicho decreto es de carácter expropiatorio, por lo que la tenencia de la tierra es federal. Sin embargo, por la falta de indemnización a ejidos y comunidades por la superficie expropiada, antiguos dueños consideran algunos derechos sobre el uso del suelo dentro del ANP, situación que complica el manejo del parque (SEMARNAT 2013).

Tiene una superficie de 39 819 ha, de las cuales solamente 443.7 pertenecen a Morelos (dentro del municipio de Tetela del Volcán), el resto se reparte en el Estado de México y Puebla. En cuanto a su rango altitudinal va de los 3 000 a los 5 480 msnm.

La vegetación dominante de los 3 000 a 3 700 msnm la constituyen los bosques de coníferas (pinos y oyamel); y de los 3 400 a 4 000 msnm la especie dominante es el pino de las alturas (*Pinus hartwegii*). También se presenta

el pastizal subalpino y alpino que se distribuye de 2 700 a 4 350 msnm, y que se encuentra en distintas asociaciones de zacatonal como pastos del género *Festuca* y *Muhlenbergia* (figura 9; SEMARNAT 2013).

Arias-Ataide y Díaz (2016) reportan 252 especies de plantas vasculares con una dominancia de aquellas relacionadas al bosque de coníferas. De hongos, se cuenta con 74 especies (SEMARNAT 2013), seis de las cuales se encuentran bajo las categorías de riesgo, amenazada o sujeta a protección especial, debido a su comercialización (SEMARNAT 2010).

Para el caso de la fauna, los anfibios están representados con seis especies, y se han observado en los arroyos y aguajes, ranas (*Hyla plicata* y *H. lafrentzi*) y ajolotes de arroyo (*Rhyacosiredon leorae*), así como tlaconetes y salamandras. Por su parte, los reptiles presentan 10 especies, entre ellas, el lagarto alicante del Popocatepetl o dragoncito (*Baricia imbricata*).

En lo que respecta a las aves, la zona del Iztaccíhuatl y Popocatepetl se considera como una AICA (áreas de



Figura 9. La belleza escénica de este parque se relaciona con el bosque y sus pastizales, pero especialmente debido al Iztaccíhuatl y el Popocatepetl.

Foto: Topiltzin Contreras-MacBeath.

importancia para la conservación de las aves) de acuerdo con los criterios de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). El grupo está representado por 161 especies, de las cuales cinco son endémicas y están en alguna categoría de riesgo: el vencejo nuca blanca (*Streptoprocne semicollaris*), la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), la codorniz-coluda neovolcánica (*Dendrortyx macroura*), el mirlo pinto (*Ridgwayia pinicola*) y el gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*).

De los mamíferos se tienen registradas 48 especies, y el grupo mejor representado es el de los roedores (ardillas, tuzas, ratas y ratones). También hay registro de la presencia del conejo zacatuche.

Las principales problemáticas en esta ANP son los incendios, las plagas, el sobrepastoreo y la tala que hacen empresas madereras de la zona para venta de leña. Otro problema es la contaminación del aire provocado por las fábricas de la Cuenca de México. Esto se debe a que los contaminantes volátiles, al no poder atravesar la serranía en días sin viento, se acumulan en los bosques de las partes altas (Arriola *et al.* 2014).

Entre las estrategias de manejo del parque se puede señalar al turismo de naturaleza, el cual ha sido aprovechado para realizar actividades de educación ambiental. En este sentido, el parque cuenta con un centro de cultura para la conservación localizado en Paso de Cortés, ubicado en el Estado de México.

El objetivo de este centro es fomentar en la población asociada al parque, interés en su conservación y la promoción de valores, conocimientos, actitudes, habilidades y cambio de hábitos, con relación a los recursos naturales y los servicios que brindan los ecosistemas. El ANP cuenta también con nueve senderos educativos guiados o autoguiados, zonas para acampar, áreas recreativas y estacionamientos (Fernández 2017).

Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH)

La REBIOSH se decretó el 10 de julio de 1999 y cuenta con un programa de manejo que fue publicado en 2007 (CONANP 2007). Abarca seis municipios de la entidad (Amacuzac, Ayala, Jojutla, Puente de Ixtla, Tepalcingo, y Tlaquiltenango), y colinda al oeste y suroeste con Guerrero, y con Puebla al este y sureste. Tiene una superficie de 48 798.84 ha, de las cuales 48 193.56 ha están en

Morelos y el restante en Guerrero. Protege en su mayoría (90% del territorio) vegetación de selva baja caducifolia (figura 10), aunque es posible encontrar áreas con selva mediana subcaducifolia, encinos y pinos (Arias-Ataide y Díaz 2016).

El régimen de propiedad de la tierra es social, con predominio del ejidal, los principales poblados de estas comunidades son: Huautla, Huautla, Rancho Viejo, Xantiopa, Ajuchitlán, El Limón, Huixtla, Pueblo Viejo, Xochipala, Coaxintlán, El Salto y El Zapote. Desde su decreto, la administración ha estado a cargo del Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIBYC) de la UAEM, en coordinación con la CONANP. El principal objetivo de esta ANP es conciliar las necesidades de la vida cotidiana de los pobladores de la región y la preservación de los hábitats naturales y la biodiversidad existente.

En general, la zona donde se ubica la REBIOSH es tropical o caliente, con temperatura media anual superior a 24°C. El gradiente altitudinal va de 800 a 1 500 msnm (Contreras-MacBeath y Ríos 2010), y su topografía es accidentada.

El número de especies endémicas es mayor en la selva baja caducifolia, en comparación con otros tipos de vegetación, lo que destaca la importancia de la conservación de esta ANP. Esto se debe a la distribución geográfica de este tipo de vegetación, que está entre dos provincias fisiográficas (el Eje Neovolcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur), las características topográficas y las condiciones climáticas (CONANP 2007, Contreras-MacBeath y Ríos 2010).

Para la REBIOSH se registran 1 035 especies de plantas vasculares, las familias más abundantes son las leguminosas (Fabaceae), los pastos (Poaceae), compuestas o margaritas (Asteraceae) y copales (Burseraceae). Esta última familia está compuesta por un solo género, pero es rica en especies (15), y es de gran importancia económica por su alto contenido de resinas y aceites (Arias-Ataide y Díaz 2016). En la región se suele aprovechar el aceite esencial del linaloe (*Bursera linanoe*; véase *Distribución, aprovechamiento y conservación del linaloe (Bursera linanoe)* en esta obra).

En el caso de los hongos, es casi nula la información en este campo. Sin embargo, en esta misma obra se reportan 30 especies.

En cuanto a fauna, en general para las ANP de Morelos, el grupo de los insectos es de los menos estudiados. De manera preliminar, CONANP (2007) indica que la rique-



Figura 10. En la época de lluvias la selva baja caducifolia luce exuberantemente verde. Por el contrario, en la época de secas la mayor parte de las especies vegetales se desprenden de sus hojas. Foto: Topiltzin Contreras-MacBeath.

za de insectos en la REBIOSH es similar a la de la región de Chamela, en Jalisco, donde hasta la fecha se conocen más de 2 200 especies. No obstante, el trabajo de los investigadores del CIBYC reportan 746 especies de insectos (Arias-Ataide y Díaz 2016), aun así, falta generar más información sobre la diversidad de este grupo.

Dentro de los insectos, se reportan 350 especies de mariposas diurnas, de las que sobresale la mariposa mexicana o baronia (*Baronia brevicornis*), la cual es endémica de México y habita principalmente al sur de Morelos y norte de Guerrero. Dicha especie se considera como la más antigua entre las mariposas diurnas, debido a que el ancestro común del grupo y su origen se ubica cronológicamente en el periodo Cretácico (figura 11; Legal *et al.* 2017).

La fauna de REBIOSH se compone de 16 especies de peces, de las cuales siete son nativas y nueve son introducidas (Mejía-Mojica *et al.* 2012). También se reportan 19 especies de anfibios, 68 de reptiles (Arias-Ataide y Díaz 2016) y 266 de aves (Urbina y Argote-Cortés 2010). Por

su parte, los mamíferos son el grupo más estudiado de esta ANP, pues se reportan 80 especies (Arias-Ataide y Díaz 2016).

En este grupo, sobresale la presencia de las seis especies de felinos registradas para México, incluyendo el primer registro contemporáneo de jaguar en Morelos (Valenzuela-Galván *et al.* 2015), así como un pequeño marsupial endémico del país, el tlacuachín (*Marmosa canescens*, figura 12; CONANP 2007).

El principal problema de la REBIOSH es el cambio de uso del suelo por ganadería extensiva y agricultura. Asimismo, la tala para la venta de madera o leña, así como cacería ilegal son otros dos factores de presión detectados en la reserva.

Además de ser una ANP con una alta diversidad biológica, representa también un área de importancia económica, cultural e histórica. En este sentido, se encuentran inmersas 31 comunidades rurales (CONANP 2007), muchas de las cuales hacen uso de los recursos naturales para su subsistencia y guardan un amplio conoci-



Figura 11. La mariposa baronia es la única especie en el mundo contemporánea de los últimos dinosaurios. Foto: Luc Legal.



Figura 12. El tlacuachín (*Marmosa canescens*) es el marsupial más pequeño de México, consume una gran cantidad de insectos, larvas y algunas frutas maduras. Foto: Juan Escobar.

miento sobre la diversidad biológica del sitio. Asimismo, en territorios de la REBIOSH se refugió el General Emiliano Zapata (CONANP 2007, Arias-Ataide y Díaz 2016, Sánchez 2017). Cabe señalar que esta ANP cuenta con el reconocimiento de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) y forma parte desde 2005 del Programa sobre El Hombre y la Biosfera, (MAB, por sus siglas en inglés; Arias-Ataide y Díaz 2016).

Áreas de jurisdicción estatal

Parque Estatal Urbano Barranca de Chapultepec

Originalmente este fue un parque nacional decretado por el presidente Lázaro Cárdenas en 1937 (Melo 2002). Sin embargo, en enero de 1965 cambió de categoría a parque estatal urbano y 10 de agosto de 2016 se publicó el programa de manejo que regula las actividades en el parque (Gobierno del Estado de Morelos 2016b).

Se sitúa en el municipio de Cuernavaca, cuenta con una superficie de 12.84 ha y lo recorre un arroyo de aguas templadas y cristalinas a lo largo de toda su extensión de 1.5 km. El parque es de propiedad pública, y el Gobierno del Estado de Morelos es el responsable de su conservación (Gobierno del Estado de Morelos 2016b). Conserva relictos de bosque de galería con especies características como el ahuehuete (*Taxodium mucronatum*) y amate amarillo (*Ficus petiolaris*). Estudios recientes demuestran la presencia de 221 especies de plantas terrestres, así como 25 acuáticas.

El diagnóstico que se realizó en el programa de manejo indica la presencia de peces (4 especies), reptiles (4), aves (39) y mamíferos (11, incluye 8 especies de murciélagos). Asimismo, se cuenta con dos especies endémicas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT 2010): 1) la carpita morelense (*Notropis boucardi*) con categoría de amenazada que fue reintroducida en el parque (Preciado 2012; véase *La creación de un santuario para la carpita morelense (Notropis boucardi)* en esta obra); y 2) el cangrejito barranqueño (*Pseudotelphusa dugesi*) con categoría de peligro de extinción (Gobierno del Estado de Morelos 2016b).

El PEUBCH provee diversos servicios ecosistémicos como la dotación de agua para actividades agrícolas e industriales de la zona, regulación del clima, recreación

y belleza escénica. Estos servicios se ven afectados por situaciones derivadas de su ubicación en el medio urbano, como son: fugas de aguas residuales y arrastre de residuos sólidos urbanos al caudal central, así como presencia de animales domésticos (Gobierno del Estado de Morelos 2016b).

Entre las estrategias para su conservación definidas en el programa de manejo, se han desarrollado proyectos para la eliminación de especies invasoras, así como programas educativos y recreativos tales como un mariposario, un orquideario y un aula ecológica, así como la impartición de pláticas, talleres y recorridos guiados. El impacto de dichas actividades ha sido muy importante, ya que durante 2016 se atendió a una población de 355 111 visitantes (Pérez 2017).

Zona Sujeta a Conservación Ecológica Los Sabinos, Santa Rosa, San Cristóbal

Esta ANP comprende los manantiales, la ribera y el cauce de una parte del Río Cuautla, que se decretaron el 31 de marzo de 1993. En 2011 la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), realizó una propuesta de programa de manejo, pero no ha sido publicado (SDS 2017), la información aquí presentada corresponde a dicha propuesta. Se ubica en los municipios de Yecapixtla, Cuautla y Ayala (Gobierno del Estado de Morelos 1993). El polígono de 152.31 ha se divide en dos zonas núcleo que se encuentran en el municipio de Cuautla; y la zona de amortiguamiento, en el municipio de Yecapixtla al norte y en el municipio de Ayala al sur. La primer zona núcleo (12 ha) incluye el manantial San Cristóbal, y la segunda zona núcleo (4 ha) contiene a los manantiales de los Sabinos-Santa Rosa. La tenencia de la tierra es ejidal, a cargo de los ejidos Cuautlixco, Cuautla, Amilcingo, Ixcatepec de Tepepa, del municipio de Cuautla; ejido San Pedro Apatlaco del municipio de Ayala; y ejido Tlalmomulco, municipio de Yecapixtla.

Por falta de ordenamiento territorial, gran parte de esta ANP está deforestada, y el uso del suelo se destina a la agricultura y a asentamientos humanos irregulares, lo cual dificulta su administración y manejo. De la vegetación original, solamente quedan algunos relictos de selva baja caducifolia, así como bosque de galería o vegetación riparia (tipo de vegetación asociada a cuerpos de agua o ríos permanentes; Arias-Ataide y Díaz 2016).

En cuanto a biodiversidad, no se han realizado muchos estudios. Arias-Ataide y Díaz (2016) reportan un total de 70 especies de plantas con flores, de entre las cuales destacan el sauce (*Salix bonplandiana*), el amate negro (*Ficus cotinifolia*), el ahuehuete (*T. mucronatum*), el achuchil o sabino (*Astianthus viminalis*) y el cazahuate amarillo (*Ipomoea murucoides*) por ser nativas de la zona.

En cuanto a fauna, se reportan 67 especies de vertebrados, de las cuales el de mayor número es el grupo de aves (35), seguido de mamíferos (14), anfibios (13) y peces (5). Dentro de este último grupo, dos especies son nativas, el *Notropis moralesi* y *Poecilia maylandi* y una es endémica de la cuenca del río Balsas, el mexcalpique (*Ilyodon whitei*). Estas especies están restringidas a un manantial aislado (Mejía 2017).

A pesar de ser un área poco conservada, provee el servicio ecosistémico de suministro de agua para la región, debido a que existen ocho diferentes manantiales cuyas aguas se utilizan para el riego de hortalizas, pastos y frutales, así como para surtir a las colonias ubicadas al interior del ANP. Lo anterior ha ocasionado una sobreexplotación del recurso hídrico, aunado a diversos problemas de contaminación como las descargas de aguas residuales domésticas, de agroquímicos provocados por el cultivo de berros, asentamientos humanos irregulares y tiraderos a cielo abierto que contribuyen a la pérdida de biodiversidad (Badii et al. 2015, Romero 2017).

Reserva Estatal Sierra de Monte Negro

Esta reserva se decretó el 30 de mayo de 1998, pero se modificó en 2008 por actualización del levantamiento de datos de los límites geográficos (Gobierno del Estado de Morelos 2008). Su programa de manejo se publicó el 13 de octubre de 2010 (Gobierno del Estado de Morelos 2010). Se ubica en los municipios de Jiutepec, Yautepec, Emiliano Zapata y Tlaltizapán y abarca una superficie de 7 724.85 ha.

Fisiográficamente, presenta una posición diagonal de norte a sur con un sistema de topofomas caracterizado por laderas escarpadas de la Sierra Madre del Sur (Contreras-MacBeath y Ríos 2010). La tenencia de la tierra es comunal y ejidal, y pertenece a los núcleos agrarios de Yautepec, Barranca Honda, Ticumán, Bonifacio García, Tlaltizapan, Temimilcingo, Tetecalita, Tepetzingo, Emiliano Zapata y Jiutepec (CEAMA 2010).

Predomina la selva baja caducifolia, con una pequeña porción de bosque de encino (Contreras-MacBeath y Ríos 2010). La información sobre biodiversidad (a excepción de la de hongos) corresponde al estudio de Arias-Ataide y Díaz (2016), quienes reportan 323 especies de plantas con flores. En las áreas conservadas de la reserva, se pueden encontrar especies de árboles como el guayacán (*Conzattia multiflora*), el amate negro (*Ficus cotinifolia*), amate amarillo (*F. petiolaris*), el copal (*Bursera copallifera*), y diferentes guajes (*Lysiloma* spp.). Respecto a los hongos, en esa obra se registran 41 especies (véase *Hongos de la Reserva Estatal Sierra Monte Negro* en esta obra).

Para el grupo de invertebrados se reportan 146 especies, pero es importante aclarar que este número es bajo debido a que no existe suficiente información sobre este grupo. En el caso de vertebrados, las aves ocupan el primer lugar en número de especies (198), le siguen los mamíferos (70) y los anfibios (19).

Varias de las especies presentes en esta reserva se consideran raras o están en alguna categoría de riesgo, como son los casos de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*), el lagarto enchaquirado (*Heloderma horridum*), y el yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*; figura 13), por mencionar sólo algunas.

Con sus más de 7 mil hectáreas, constituye el ANP estatal de mayor extensión que proporciona a nivel regional una gran diversidad de servicios ecosistémicos, como la provisión de agua potable para cinco comunidades a través de los manantiales El Salto, El Zapote y Chihuahuita (CEAMA 2010). Asimismo, su ubicación en el centro del estado le confiere la función de corredor biológico, debido a que mantiene la conectividad con las ANP del norte de la entidad (Contreras-MacBeath y Ríos 2010).

Se tienen identificados diversos factores de presión para la conservación de la biodiversidad en esta ANP, como: el funcionamiento de una cementera, instalada en la zona desde hace 20 años; la tala ilegal; el crecimiento urbano; y el incremento en la frontera agrícola y ganadera (Arias-Ataide y Díaz 2016).

Como estrategia de conservación, se llevan a cabo proyectos productivos y acciones en coordinación con los núcleos agrarios y dependencias municipales y estatales. La instalación de apiarios ha sido uno de los proyectos con mayor aceptación, el objetivo de éstos es fortalecer la economía local de las comunidades, así como contribuir a la polinización de las especies nati-



Figura 13. El yaguarundí es más pequeño que su pariente próximo, el puma. Foto: Miguel Ángel Sicilia Manzo.

vas. De 2014 a 2016 se implementaron 18 apiarios con los cuales se alcanzó una producción de 4 172 l de miel (Arriaga 2017).

Reserva Estatal Las Estacas

Esta reserva estatal fue originalmente decretada el 10 de junio de 1998, pero al igual que la ANP anterior, se reformó el decreto debido a la actualización del levantamiento geográfico. Esto se realizó con la finalidad de brindar certeza jurídica del área destinada a la conservación (Gobierno del Estado de Morelos 2008).

Se ubica al centro del estado, en el municipio de Tlaltizapán, y cuenta con una superficie de 652.17 ha. La tenencia de la tierra es social y privada, y los ejidos de Bonifacio García y Hacienda de Temilpa son los que mayor superficie poseen dentro del ANP (DGANP 2017).

Presenta diferentes tipos de vegetación, pero domina la selva baja caducifolia, asociada con algunos manchones de vegetación riparia y acuática. Una de las principales cualidades es la presencia de manantiales, por lo cual

es importante mencionar que el conocido balneario Las Estacas es parte del ANP, y por ende es un gran atractivo turístico para la entidad (figura 14; Arias-Ataide y Díaz 2016, SDS 2016).

Arias-Ataide y Díaz (2016) reportan un considerable número de especies de plantas vasculares (81), peces (9, con 5 introducidas), anfibios (16), reptiles (17), aves (155) y mamíferos (45). De este último grupo, destaca la presencia del tlacuachín (*M. canescens*) y del puma (*Puma concolor*). Entre los diversos servicios ecosistémicos que provee esta reserva, uno de los más importantes es el aspecto escénico y la provisión del recurso hídrico relacionado con el manantial principal en el balneario.

Por otra parte, algunos de los factores de presión para la diversidad biológica del sitio son la cacería furtiva, la introducción de especies exóticas, la contaminación del suelo y el agua, así como el cambio de uso del suelo por ganadería extensiva.

A partir de 2012, en respuesta a estas problemáticas y con la finalidad de que los pobladores adquieran algún sentido de pertenencia con el ANP y tener mayor pre-



Figura 14. El balneario Las Estacas forma parte de la reserva estatal con el mismo nombre. Foto: Topiltzin Contreras-MacBeath.

sencia en la zona se emprendieron diversas acciones de conservación. Entre ellas, sobresale el acercamiento con los pobladores del ANP para establecer proyectos productivos. Como resultado de ello, se cuenta con cinco apiarios, tres viveros y dos módulos para la propagación de cactáceas en los ejidos de Bonifacio García y Hacienda de Temilpa.

Por otro lado, de manera habitual se llevan a cabo pláticas de educación ambiental con las escuelas de preescolar y primarias del municipio. También, recientemente se efectuó la delimitación física del ANP a través de la identificación de los vértices que conforman el polígono, mediante la colocación de 96 señalamientos ambientales que contribuyen a la ubicación y consecuente protección del espacio físico que ocupa la reserva (Ramírez 2017).

Parque Estatal El Texcal

Inicialmente, El Texcal se decretó el 6 de mayo de 1992 como área de conservación ecológica. Doce años más tarde, derivado de un ordenamiento territorial, el 17 de febrero de 2010 se decretó como parque estatal con

una superficie de 258.93 ha. Su programa de manejo se publicó el 20 de agosto de 2010. La tenencia de la tierra es comunal, y corresponde a los comuneros de Tejalpa (CEAMA 2010).

Al igual que otras ANP, éste se encuentra inmerso dentro de la zona más conurbada de Morelos, colinda al norte del municipio de Jiutepec, al oeste con el municipio de Cuernavaca, al este con Yauatepec, al norte y noroeste con Tepoztlán y al sur con la cabecera municipal (CEAMA 2010).

El parque se encuentra en una superficie relativamente plana, sobre roca volcánica, lo cual confiere gran importancia para la infiltración del agua y la recarga del acuífero. Dentro del área, durante el período de lluvias se forman cuerpos de agua naturales, de los cuales el más importante es la laguna de Hueyapan.

Este último manantial, por sus características bióticas y abióticas, fue declarado sitio Ramsar (humedales de importancia internacional; Ramsar 2010), y provee de agua potable a 13 colonias aledañas al parque (véase *El humedal laguna de Hueyapan proveedora de recurso hídrico* en esta obra; González-Flores 2012). Asimismo, este cuerpo de agua es hábitat de la carpita morelense

(*N. boucardi*), que de hecho tiene su mayor población en este lugar (Preciado 2012, Rosas-Flores 2013).

A pesar de contar con una superficie relativamente pequeña, El Texcal alberga una importante diversidad biológica. Sin embargo, los estudios sobre el parque aún son limitados, por lo que tiene un gran potencial para la investigación. Prueba de ello, es que en 2013 se describió una nueva especie de árbol denominado zapotillo (*Esenbeckia vazquezii*; Ramos y Martínez 2013).

Hasta 2010, se han registrado 335 especies de plantas vasculares (CEAMA 2010), 65 especies de hongos, de los cuales, la mayoría son de tipo lignícolas (que se alimentan de madera; Contreras-MacBeath y Ríos 2010). En cuanto a fauna, se encuentran dos especies de peces (Contreras-MacBeath y Ríos 2010), 15 de anfibios (CEAMA 2010), seis de reptiles (Arias-Ataide y Díaz 2016) y 100 de aves (González-Palomares 2014).

Cabe destacar el elevado número de aves endémicas de México observadas en el área (15 especies), de las cuales, cuatro son endémicas a la Cuenca del Balsas (González-Palomares 2014). De estas últimas, resalta la presencia del carpintero pecho gris (*Melanerpes hypopolius*) y el mosquero del Balsas (*Xenotriccus mexicanus*), debido a que tienen un rango de distribución restringido, que las hace más vulnerables a la extinción (González-Palomares 2014), por lo cual se recomienda establecer programas de monitoreo.

A pesar de ser un sitio relevante por los servicios ecosistémicos que provee, debido a su ubicación, El Texcal se encuentra bajo continua presión por la urbanización. Existe una seria problemática de invasiones y asentamientos humanos irregulares que han propiciado cambios de uso del suelo de forestal a urbano desde hace dos décadas, provocado que del decreto original con 407 ha, se redujera en 2010, a 258.93 ha (González-Flores 2012).

Sin embargo, entre 2013 y 2014 se inició una estrategia de recuperación de la zona invadida, que involucró la participación de la comunidad de Tejalpa y los tres órdenes de gobierno. Después de un año de trabajo, en conjunto se recuperaron 70 ha invadidas (Contreras-MacBeath 2017). Asimismo, se ha promovido la participación de los comuneros en proyectos productivos, resaltando una ciclovía comunitaria, donde se proporciona el servicio de renta de bicicletas (Robles 2017).

Parque Estatal Cerro de la Tortuga

El Parque Estatal Cerro de la Tortuga se decretó el 5 de septiembre de 2012. Es un área relativamente pequeña con una superficie de 310.20 ha (figura 15), localizada en los municipios de Zacatepec y Puente de Ixtla, y perteneciente a los ejidos de Tetelpa y Xoxocotla (CEAMA e INIFAP 2010, Gobierno del Estado de Morelos 2012). El sitio aún no cuenta con un programa de manejo.

El tipo de vegetación predominante es la selva baja caducifolia. Los árboles de este tipo de vegetación se caracterizan por tener una altura que no sobrepasa los 10-12 m de altura, sin embargo, particularmente para este parque el tamaño es aún menor (rondan los 7-10 m; Arias-Ataide y Díaz 2016).

En cuanto a biodiversidad, es preciso mencionar que no existen estudios a detalle sobre este sitio. De manera preliminar, se reportan 117 especies de plantas vasculares, dos de anfibios y cuatro de reptiles, así como 46 de aves y 26 de mamíferos (CEAMA e INIFAP 2010).

En el parque se encuentra la biznaga diente de elefante (*Coryphantha elephantides*) que es una especie endémica de México y se encuentra en la categoría de amenazada por la legislación mexicana, debido a su constante saqueo (SEMARNAT 2010).

En los últimos años la presión por urbanización en la zona ha ido en aumento, debido a que han surgido propuestas de proyectos habitacionales y crecimiento de la población vecindada, particularmente del estado de Guerrero. Estos asentamientos se ubican en la periferia del ANP y avanzan paulatinamente hacia los límites de ésta, es el caso de la colonia Plutarco Elías Calles (Abarca 2017). El manejo de residuos constituye también una amenaza constante, debido a que en los límites persisten los tiraderos a cielo abierto que afectan la belleza escénica del sitio.

En un trabajo conjunto entre gobierno y pobladores se están implementando proyectos productivos, de conservación y manejo como son un apiario y una ciclovía comunitaria. Asimismo, se está trabajando en la elaboración del programa de manejo, con lo cual se busca regular las actividades que se desarrollan en el ANP (Abarca 2017).



Figura 15. Este parque estatal tiene su nombre por el cerro con forma de tortuga. Foto: Eduardo Mateo Calvillo.

Refugio de Vida Silvestre Cueva El Salitre

Esta cueva se decreta como ANP el 25 de abril de 2018, como el primer refugio de vida silvestre en el estado. Se ubica en el municipio de Tlaltizapan y tiene una superficie de 258.26 m² (Gobierno del Estado de Morelos 2018). El área decretada como ANP es de propiedad privada, y el dueño del predio es el principal interesado en conservar este sitio. Por ser de reciente creación aún no cuenta con programa de manejo.

La finalidad de esta categoría de ANP es la conservación de sitios reducidos que aseguren la perpetuidad de especies, poblaciones o hábitats de vida silvestre. Puede incluir sitios tales como cañadas, cuevas, cavernas, manantiales, cuerpos de agua, entre otros (Congreso del Estado 1999).

La importancia de la conservación de esta cueva radica en que en ella habitan siete especies de murciélagos (*Artibeus hirsutus*, *Glossophaga soricina*, *Leptonycteris verbabuenae*, *Desmodus rotundus*, *Pteronotus parnellii*, *Mormoops megalophylla* y *Myotis velifer*), lo que la hace

uno de los refugios con mayor riqueza y de los más importantes en Morelos (Ávila-Torresagatón 2018). Estas especies proveen a las poblaciones humanas diversos servicios ecosistémicos (véase *La cueva El Salitre como refugio de vida silvestre* en esta obra).

Además de lo antes señalado, destaca la presencia del murciélago miotis mexicano (*M. velifer*), cuyas hembras arriban cada año a la cueva provenientes de diversas localidades de la zona templada del centro de México (Villa 1966, Fuentes 2011, Ávila-Torresagatón 2018), para formar una gran colonia de maternidad, en la que las hembras se reúnen a parir a sus crías.

El principal factor de presión de esta cueva es la extracción desordenada de guano (excremento de murciélagos, utilizado como biofertilizante), la realización de esta actividad sin un reglamento vulnera a la colonia de maternidad. Asimismo, existe una fuerte presión por el cambio de uso del suelo forestal y agrícola para el desarrollo inmobiliario, en consecuencia, la disponibilidad de alimento para estas especies disminuye.

A partir de 2017 se han realizado acciones de conservación para la protección del sitio, tales como la construcción de una reja que circunda la cueva, con la finalidad de establecer un acceso controlado y que no afecte el acceso de los murciélagos y de la fauna de la región. Asimismo, se ha apoyado al dueño de la entrada de la cueva para consolidar las actividades agropecuarias que desempeña en su predio con el objetivo de mejorar sus ingresos económicos y evitar la venta de su predio.

Áreas de jurisdicción municipal

A nivel nacional, para 2010 se tenían reportadas 98 ANP de administración municipal, con una superficie de 165 893.35 ha, con Chiapas como la entidad federativa con más ANP reportadas (62). Para el caso de Morelos, a partir de 2015 se llevaron a cabo dos decretos municipales de los cuales resultaron las ANP Barrancas Urbanas y el Bosque Mirador de Cuernavaca.

Lo anterior, surgió como resultado del ordenamiento ecológico territorial del municipio de Cuernavaca, en el cual se definieron las áreas prioritarias para la conservación (Gobierno del Estado de Morelos 2015).

Zona Natural Protegida Barrancas Urbanas de Cuernavaca

El ANP denominada Barrancas Urbanas de Cuernavaca fue decretada en enero de 2015, como resultado del Programa de ordenamiento territorial y desarrollo urbano sustentable de la zona metropolitana de Cuernavaca. El decreto comprende siete barrancas de la subcuenca del río Apatlaco, estas son: Ahuatlan, Atzingo, Chalchihuapan, Salto Chico (San Antón), San Pedro, Tecolote y Tzompantle (Gobierno del Estado de Morelos 2015).

Cabe resaltar que, parte del origen de este decreto también obedece a que, en febrero de 2011, se suscribió un convenio de coordinación entre Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Ayuntamiento de Cuernavaca, para transmitir la administración, custodia, conservación y mantenimiento de la zona federal de las barrancas urbanas de la subcuenca del río Apatlaco, mismo que estará vigente hasta el 31 de diciembre de 2020 (Gobierno del Estado de Morelos 2015).

Se estima que 38% de los terrenos del área pertenecen a los ejidos de Acapantzingo, Tlaltenango, El Salto, Tetela del Monte, Chapultepec, Chamilpa y Ahuacatlán; mientras que 39% es de propiedad privada y 23% de propiedad federal (Dirección de Ecología del Municipio de Cuernavaca 2017a).

El tipo de vegetación presente en las barrancas es de bosque de pino-encino (porción norte), manchones de selva baja caducifolia (en la parte media) y vegetación riparia (a lo largo de los cauces). Lamentablemente, sólo en la parte norte se puede encontrar vegetación conservada, donde inicia la barranca Chalchihuapan.

En cuanto a diversidad biológica, se reportan 53 especies de flora, 12 de hongos, cuatro de reptiles, tres de peces, 23 de aves y cuatro de mamíferos. En general, de las especies registradas, dos se encuentran en alguna categoría de protección: la planta lechón o venenillo (*Sapium macrocarpum*) y una cactácea endémica de Morelos (*Mammillaria knippeliana*; SEMARNAT 2010, Dirección de Ecología del Municipio de Cuernavaca 2017a).

Derivado de la problemática de contaminación en las barrancas y la invasión en la zona federal, uno de los principales objetivos de la declaratoria de esta ANP, fue contribuir a detener su deterioro, y frenar la expansión urbana. Sin embargo, la zona aún no cuenta con personal ni presupuesto que dé seguimiento a los objetivos planteados (Alcaraz 2017).

Área Natural Protegida Bosque Mirador

Se trata de una reducida área de bosque de pino de 22 ha, decretada como ANP en febrero de 2016. Se ubica en un área de conservación del poblado de Ahuatepec, al norte de la ciudad de Cuernavaca, que colinda al norte con el Corredor Biológico Chichinautzin. La declaratoria de esta ANP fue consensuada y aprobada por la Comunidad de Ahuatepec (Gobierno del Estado de Morelos 2016a).

En cuanto a biodiversidad, se reportan 131 especies de flora, 51 de hongos, 51 de aves, dos de anfibios, nueve de reptiles y 19 de mamíferos. En este último grupo, resalta la presencia de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el gato montés (*Lynx rufus*; Dirección de Ecología del Municipio de Cuernavaca 2017b).

Uno de los principales problemas que enfrenta esta ANP es la cercanía con la zona urbana, lo cual la hace susceptible a la invasión de terrenos, así como a la contaminación por un mal manejo de residuos sólidos en la zona

(Dirección de Ecología del Municipio de Cuernavaca 2017b). Asimismo, esta ANP no cuenta con personal ni recursos financieros, lo cual dificulta su manejo y conservación (Alcaraz 2017).

Conclusiones

Con base en el reconocimiento que se tiene del valor de las ANP para la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos que éstas proveen, el Convenio sobre la Diversidad Biológica, estableció como objetivo proteger 17% de la superficie terrestre y de las aguas continentales para 2020, de acuerdo con la Meta 11 de Aichi (Dinerstein *et al.* 2017).

Al analizar los datos recabados en esta contribución, se observa que con las 14 ANP existentes en Morelos, se protegen 118 443.32 ha, lo cual representa 23.88% de la superficie estatal. Esto es, se rebasa por mucho la meta global y se hace evidente el esfuerzo realizado en la entidad con relación a esta estrategia de conservación.

Una de las discusiones más importantes en los últimos años sobre las ANP, es aquella relacionada con su efectividad para lograr los objetivos de conservación que éstas persiguen (Le Saout *et al.* 2013, Watson *et al.* 2016). En este sentido, algunos estudios sugieren que la designación de una ANP por sí sola, contribuye a la conservación de la biodiversidad a nivel global (Leverington *et al.* 2010) y en México (Figueroa y Sánchez-Cordero 2008), tanto en riqueza de especies, como en su abundancia (Gray *et al.* 2016).

Sin embargo, es evidente que aquellas áreas con objetivos y acciones claras, personal y el involucramiento de las comunidades locales tiende a tener mejores resultados, tanto en la conservación de la biodiversidad como en los beneficios sociales que generan (Oldekop *et al.* 2016).

Para el caso de Morelos, todas las ANP fueron decretadas con objetivos de conservación bien definidos, 11 de las 14 cuentan con personal para su administración, vigilancia y promoción de proyectos. Aunque no todas tienen publicado su programa de manejo, éstas mismas 11 cuentan con programas operativos anuales y financiamiento para alcanzar sus objetivos, situación que no existía a principios de la segunda década del presente siglo, de tal forma que es claro que en los últimos años ha habido un mayor esfuerzo de conservación.

Los proyectos descritos brevemente indican que las estrategias de conservación funcionan para cada una de las ANP, lo cual se confirma mediante:

1. Recuperación de 70 ha en El Texcal.
2. Producción de miel orgánica por diversas comunidades de la Sierra de Monte Negro y Las Estacas.
3. Establecimiento de una población de la carpita morelense en Chapultepec.
4. Registros recientes de carnívoros como el ocelote en Zempoala (Aranda *et al.* 2014).
5. Registro de un depredador tope como el jaguar en el estado para la sierra de Huautla (Valenzuela-Galván *et al.* 2015).

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo del personal de la Dirección Regional Centro y Eje Neovolcánico de la CONANP, por proporcionar información para la sección de ANP de carácter federal, principalmente a: el Biól. Juan Carlos Morales Hernández, el Ing. David Caffagni, el Biól. Francisco Javier Salazar Valerio, el Ing. Amado Fernández Islas, la Biól. Sandra Odeeth Montaña Águila, el Biól. Juan Flores Gaona y el Dr. J. Rolando Ramírez Rodríguez del CBYC.

Asimismo, gracias al personal de la Dirección General de Áreas Naturales Protegidas de la Secretaría de Desarrollo Sustentable, por proporcionar información para la elaboración de la sección de ANP estatales, especialmente a: el Biol. Julián Moran Altamirano, la Biól. Lluvia Ramírez Navarro, el C.P. Rodrigo Arriaga Gómez, la Biól. Rocío Y. Pérez Cruz, la Biól. Adriana Pérez Vega, la Biol. Jessica Abarca Juárez, la M.C. Primavera Romero González, el Ing. Carmelo Robles Álvarez y el Biól. Juan Antonio Reynoso Moran.

Referencias

- Abarca, J. 2017. Encargada de la Reserva Estatal Cerro de la Tortuga, sds. Comunicación personal, agosto.
- Aguilar, B.S. 1990. *Dimensiones ecológicas del estado de Morelos*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, México.
- Alcaraz, H. 2017. Director de conservación de bosques y barrancas del municipio de Cuernavaca. Comunicación personal, mayo.
- Aldasoro, E.M., M. Aldasoro, I. Frutis *et al.* 2016. *Los Pjiekakjoo (Tlahuicas) y sus hongos*. México.

- Aranda, M., F. Botello, E. Martínez-Meyer y A. Pineda. 2014. Primer registro de ocelote (*Leopardus pardalis*) en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Estado de México y Morelos, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(4):1300-1302.
- Arias-Ataide, D.M. y K.L. Díaz. 2016. *Diagnóstico del estado de conocimiento que guardan las ANP's del estado de Morelos*. UAEM/IPRES. Informe final del Proyecto No. JJ006. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad-CONABIO, México.
- Arriaga, R. 2017. Director de la Reserva Estatal Sierra de Monte Negro, sds. Comunicación personal, agosto.
- Arriola, V.J., E. Estrada, A. Ortega-Rubio et al. 2014. Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal. *Investigación y Ciencia* 22:37-49.
- Ávila-Torresagatón, L.G. 2017. Técnico académico de la UAEM. Comunicación personal, julio.
- Badii, M.H., A. Guillen, C.E. Rodríguez et al. 2015. Pérdida de biodiversidad: causas y efectos. *International Journal of Good Conscience* 10:156-174.
- Bezaury-Creel, J. y D. Gutiérrez Carbonell. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*, vol. II. CONABIO, México, pp. 385-431.
- Bonilla-Barbosa, J. y A. Novelo. 1995. *Manual de identificación de plantas acuáticas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México*. Serie Cuadernos No. 26. Instituto de Biología-UNAM, México.
- Caffagni, A. 2017. Director del Corredor Biológico Chichinautzin, CONANP. Comunicación personal, agosto.
- CEAMA. Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente. 2010. *Programa de manejo de la Reserva Estatal Sierra Monte Negro*. CEAMA, México.
- CEAMA e INIFAP. Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2010. *Estudio técnico justificativo para declarar el cerro de la tortuga como parque estatal*. México (inédito).
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2007. *Programa de conservación y manejo de la Reserva de la Biosfera de Huautla*. CONANP, México.
- . 2008. *Anteproyecto Programa de conservación y manejo Parque Nacional Lagunas de Zempoala*. En: <<http://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/Anteproyecto%20Chichinautzin%20y%20mapa.pdf>>, última consulta: 19 de marzo de 2018.
- . 2018. *Información espacial*. En: <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info_shape.htm>, última consulta: 5 de junio de 2018.
- Congreso del Estado. 1999. *Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Estado de Morelos*. Publicada el 22 de diciembre de 1999 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Última reforma publicada el 16 de marzo de 2017.
- Contreras-MacBeath, T. 2017. Secretario de Desarrollo Sustentable, Gobierno del Estado de Morelos. Comunicación personal, agosto.
- Contreras-MacBeath, T. y A. Ríos. 2010. *Biodiversidad en Morelos*. Lunweg, España.
- De la Maza, J. y R. De la Maza. 2010. Las áreas naturales protegidas. En: *Patrimonio natural de México, cien casos de éxito*. J. Carabias, J. Sarukhán, J. de la Maza y C. Galindo (eds.). CONABIO, México, pp. 12-13.
- DGANP. Dirección General de Áreas Naturales Protegidas. 2017. *Diagnóstico de la Reserva Estatal Las Estacas*. DGANP, México (inédito).
- Dinerstein, E., D. Olson, A. Joshi et al. 2017. An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm. *BioScience* 67(6):534-545.
- Dirección de Ecología del Municipio de Cuernavaca. 2017a. *Programa de manejo y educación ambiental del área bajo conservación denominada Barrancas Urbanas de Cuernavaca*. En: <http://www.cuernavaca.gob.mx/wp-content/uploads/2013/09/Barrancas_Urbanas.pdf>, última consulta: noviembre de 2017.
- . 2017b. *Programa de manejo y educación ambiental del área bajo conservación denominada Bosque Mirador de Cuernavaca*. En: <http://www.cuernavaca.gob.mx/wp-content/uploads/2013/09/Bosque_del_Mirador.pdf>, última consulta: noviembre de 2017.
- Fernández, A. 2017. Encargado del Parque Nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl, CONANP. Comunicación personal, agosto.
- Figueroa, F. y V. Sánchez-Cordero. 2008. Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico. *Biodiversity and Conservation* 17:3223-3240.
- Fuentes, V.L. 2011. *Tamaño y composición de dos colonias de maternidad del murciélago Myotis velifer en el estado de Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Gobierno del Estado de Morelos. 1993. *Declaratoria que establece como área natural protegida a los lugares conocidos como los Sabinos-Santa Rosa-San Cristóbal de Cuautla Morelos*. Publicado el 31 de marzo de 1993 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- . 2008. *Decreto por el que se reforman diversas disposiciones del Decreto por el que se establecen como reservas estatales las zonas que comprenden "La Sierra Monte Negro" y "Las Estacas"*. Publicado el 22 de mayo del 2008 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- . 2010. *Programa de manejo de la Reserva Estatal Sierra Monte Negro*. Publicado el 13 de octubre del 2010 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- . 2012. *Decreto por el que se expide la declaratoria que establece como Área Natural Protegida con carácter de estatal al "Cerro de la*

- Tortuga*". Publicado el 22 de agosto del 2012 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- . 2015. *Acuerdo AC/SO/28-XI-2014/381. Por el que se declara la Zona Natural Protegida denominada Barrancas Urbanas de Cuernavaca*. Publicado el 21 de enero del 2015 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- . 2016a. *Acuerdo AC/SO/10-XII-2015/696. Por el que se declara el área natural protegida denominada "Bosque Mirador"*. Publicado el 17 de febrero del 2016 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- . 2016b. *Acuerdo por el que se publica el resumen del Programa de manejo del Parque Estatal Urbano Barranca de Chapultepec*. Publicado el 10 de agosto del 2016 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- . 2018. *Decreto por el que se expide la Declaratoria que establece como Área Natural Protegida con el carácter de refugio de vida silvestre, la entrada de la "Cueva el Salitre", en el municipio de Tlaltzapán de Zapata, Morelos*. Publicado el 25 de abril de 2018 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- González-Flores, L. 2012. *Construcción de acuerdos sociales en torno a la gestión del agua en la microcuenca Jiutepec*. Tesis de maestría en gestión integrada de cuencas. Facultad de Ciencias Naturales-UAQ, Querétaro.
- González-Palomares, G. 2014. *La diversidad de aves en el Parque Estatal El Texcal (PEET), Morelos, México*. Tesis de licenciatura de biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Gray, C.L., S.L. Hill, T. Newbold et al. 2016. Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. *Nature Communications* 7:1-7.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2016. *Marco geoes-tadístico*. En: <<http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825217341>>, última consulta: 5 de junio de 2018.
- Juffe-Bignoli, D., N. Burgess, H. Bingham et al. 2014. *Protected planet report 2014*. UNEP/WCMC, Cambridge.
- Latargère, J. 2009. Tenencia de la tierra y protección de los recursos naturales en las áreas naturales protegidas mexicanas. *La Revista de El Colegio de San Luis* 30(11):44-67.
- Le Saout, S., M. Hoffmann, Y. Shi et al. 2013. Protected areas and effective biodiversity conservation. *Science* 342(6160):803-805.
- Legal, L., O. Dorado, J. Albre et al. 2017. *Mariposas diurnas, Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, estado de Morelos*. UAEM/Trópico Seco ediciones, México.
- Leverington, F., K.L. Costa, H. Pavese et al. A global analysis of protected area management effectiveness. *Environmental Management* 46(5):685-698.
- McNeely, J.A., J. Harrison y P. Dingwall. 1994. Introduction: protected areas in the modern world. En: *Protecting nature: regional reviews of protected areas*. J.A. McNeely, J. Harrison y P. Dingwall (eds.). IUCN, Gland, pp. 1-28.
- Mejía, H. 2017. Responsable del laboratorio de ictiología del Centro de Investigaciones Biológicas-UAEM. Comunicación personal, agosto.
- Mejía-Mojica, H., F.J. Rodríguez-Romero y E. Díaz-Pardo. 2012. Recurrencia histórica de peces invasores en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, México. *Revista de Biología Tropical* 60(2):669-681.
- Melo, C. 2002. *Áreas naturales protegidas de México en el siglo xx*. Instituto de Geografía-UNAM, México.
- Monroy, R. y M. Taboada. 1990. Monografía de los tipos de vegetación del Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre "Corredor Biológico Chichinautzin". En: *Programa integral de manejo para el Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre y Acuática "Corredor Biológico Chichinautzin", Edo. de Morelos*. UAM-Xochimilco/UAEM, México, pp. 126-141.
- Morales, J.C. 2017. Técnico operativo de conservación y manejo del área natural protegida en el Parque Nacional de Zempola, CONANP. Comunicación personal.
- Oldekop, J.A., G. Holmes, W.E. Harris y K.L. Evans. 2016. A global assessment of the social and conservation outcomes of protected areas. *Conservation Biology* 30:133-141.
- Pérez, A. 2017. Directora del Parque Estatal Urbano Barranca de Chapultepec, sds. Comunicación personal, agosto.
- Preciado, C.I. 2012. *Análisis de la distribución y algunos aspectos poblacionales de Notropis boucardi (Cyprinidae) en las Barrancas de Cuernavaca, Morelos, México*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Morelos.
- Ramírez, L.I. 2017. Directora de la Reserva Estatal las Estacas, sds. Comunicación personal, agosto.
- Ramos, C. y E. Martínez. 2013. Una nueva especie del género *Esenbeckia* (Rutaceae) en México. *Acta Botanica Hungarica* 55(3-4):393-396.
- Ramsar. Secretaría de la Convención de Ramsar. 2010. *Constancia de designación de sitio Ramsar*. En: <http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/cert_ramsar/1933.pdf>, última consulta: 22 de marzo de 2018.
- Ricker, M. 2010. *La cobertura forestal y la problemática de la deforestación en México*. En: <http://www.ibiologia.unam.mx/directorio/r/ricker_pdf/Deforestacion_Mexico_08.pdf>, última consulta: noviembre de 2017.
- Robles, C. 2017. Director del Parque Estatal El Texcal, sds. Comunicación personal, agosto.

- Romero, P. 2017. Directora de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Los Sabinos, Santa Rosa San Cristóbal, sds. Comunicación personal, agosto.
- Rosas-Flores, C.J. 2013. *Filogeografía y variación genética de las poblaciones de *Notropis boucardi* y *Notrotropis moralesi* del estado de Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Salazar, F.V. 2017. Director del Parque Nacional el Tepozteco, CONANP. Comunicación personal, agosto.
- Sánchez, V.S. 2017. Integrante del proyecto vivencial "Campamento Zapata" de Lorenzo Vázquez. Comunicación personal, agosto.
- sds. Secretaría de Desarrollo Sustentable. 2014. *Memoria técnica del Programa de ordenamiento ecológico regional del estado de Morelos*. En: <http://obum.zmucuernavaca.morelos.gob.mx/metadata/morelos/poerem/Memoria_tecnica_POEREM.pdf>, última consulta: 10 de noviembre 2017.
- . 2016. *Programa de manejo de la Reserva Estatal Las Estacas*. sds, México (inédito).
- . 2017. *Propuesta de programa de manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica los Sabinos-Santa Rosa-San Cristóbal*. sds, México (inédito).
- SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988a. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma del 24 de enero de 2017.
- . 1988b. *Decreto por el que se declara el Área de Protección de la Flora y Fauna Silvestre, ubicado en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Tepoztlán, Jiutepec, Tlalnepantla, Yautepec, Tlayacapan y Totolapan, Morelos*. Publicado el 30 de noviembre de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. *Programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin* (formulado). SEMARNAT, México.
- . 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- . 2011a. *Resumen del Programa de manejo del Parque Nacional Lagunas de Zempoala*. Publicado el 8 de marzo del 2011 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- . 2011b. *Resumen del Programa de manejo del Parque Nacional El Tepozteco*. Publicado el 9 de mayo del 2011 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- . 2013. *Programa de manejo Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl*. SEMARNAT, México.
- Sosa, A.H. 1935. Los bosques de Huitzilac y las Lagunas de Zempoala en el estado de Morelos. *México Forest* 13(5-6):39-46.
- Urbina, F. y A. Argote-Cortés. 2010. Aves de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, México. En: *Sierra de Huautla historia natural ilustrada*. Ó. Dorado, D. Arias, E. Leyva y J.M. de Jesús-Almonte (eds.). Trópico Seco Ediciones, México, pp. 228-240.
- Valenzuela-Galván, D., F. Castro-Campos, J. Servín y J.C. Martínez-Montes. 2015. First contemporary record of jaguar in Morelos State and the Sierra de Huautla Biosphere Reserve, México. *Western North American Naturalist* 75(3):370-373.
- Villa, B. 1966. *Los murciélagos de México*. Instituto de Biología-UNAM, México.
- Watson, J., E.S. Darling, O. Venter *et al.* 2016. Bolder science needed now for protected areas. *Conservation Biology* 30(2):243-248.

La cueva El Salitre como refugio de vida silvestre

Luis Gerardo Ávila Torresagatón y Liliana Fuentes Vargas

Introducción

Los murciélagos pueden usar una amplia variedad de refugios, sin embargo, las cuevas son donde encuentran las condiciones adecuadas para su supervivencia y reproducción (Kunz y Lumsden 2003). En México, más de 50% de las 138 especies de murciélagos conocidas, requieren ambientes cavernícolas (minas, grutas, cuevas) para desarrollar importantes fases de su ciclo de vida (Arita 1993, Medellín *et al.* 2008).

En Morelos no existe un inventario o listado de las cuevas o ambientes cavernícolas. Apenas dos trabajos enlistan 25 (Reddell 1971) y 39 cavidades (AMCS 2010). No obstante, en la región podrían existir más de 300 cuevas (sin incluir minas u otro tipo de refugios; Vargas 1994, Ávila-

Torresagatón 2017), debido a que al considerar las características y eventos geológicos sucedidos en la extensión que hoy ocupa el estado, la presencia de un importante número de cavernas se hace evidente (Fries 1960).

La cueva El Salitre

Al centro-sur de Morelos, en el municipio de Tlaltzapán se ubica la cueva El Salitre, dentro del ejido de Santa Rosa Treinta. La cueva está formada por dos cámaras, una de alrededor de 68 m de longitud y hasta 5.8 m de altura, y la otra con una longitud cercana a los 157 m, y alturas que van 1.3 a 7 m. Aproximadamente, a los 100 m este túnel se bifurca en dos cámaras de hasta 12 m de ancho y 5 m de altura cada una (figura 1; Hoffmann *et al.* 1986).



Figura 1. La acumulación de agua filtrada a través del exterior de la cueva, en una de las cámaras del refugio, genera algunas de las condiciones microambientales que lo caracterizan. Foto: Miguel Ángel Sicilia Manzo.

Ávila-Torresagatón, L.G. y L. Fuentes Vargas. 2020. La cueva El Salitre como refugio de vida silvestre. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III.* CONABIO, México, pp. 280-284.

Originalmente, la vegetación circundante a la cueva El Salitre fue selva baja caducifolia (Miranda y Hernández-X. 1963), que se caracteriza por especies arbóreas como cuatecomate o cirian (*Crescentia alata*), copales o cuajiotos (*Bursera* spp.), algunos cactus columnares como candelabros, pitayos (*Isolatocereus* spp. y *Pachycereus* spp.), y agrupaciones de huizaches (*Acacia* spp.; Hoffmann *et al.* 1986). En 2017, la cueva se encuentra bordeada por cultivos, viveros productores de flores de ornato, jitomate, grana cochinilla, además de desarrollos habitacionales, carreteras, una planta cementera a 1.2 km y la Reserva Estatal Sierra de Monte Negro, con escasos elementos originales (UAEM y SDS 2015).

Diversidad de murciélagos en la cueva

Siete especies de murciélagos habitan la cueva (cuadro 1), lo que la hace uno de los refugios con mayor riqueza y de los más importantes en Morelos (figura 2).

Importancia

Por el gran número de individuos que tienen las poblaciones de murciélagos en la cueva El Salitre se consideran valiosas, debido a los servicios ecosistémicos que generan como la dispersión de semillas, la polinización, y el control de plagas agrícolas y vectores de enfermedades (Kunz *et al.* 2011). Esto pone en evidencia la importancia de este grupo vertebrado junto a la necesidad de proteger su refugio.

Cabe señalar que los murciélagos *M. velifer* arriban cada año a la cueva provenientes de diversas localidades de la zona templada del centro de México, para formar una gran colonia de maternidad, en la que las hembras se reúnen a parir a sus crías (Villa 1966, Fuentes 2011, Ávila-Torresagatón 2017). El tamaño de la colonia se estima entre 9 mil y 50 mil individuos (figura 2a; Fuentes 2011, Galicia 2015).

Cuadro 1. Especies de murciélagos que ocupaban la cueva El Salitre en 2017.

Especie	Hábito alimenticio	Distribución
<i>Artibeus hirsutus</i>	Frutos	Endémica de México
<i>Glossophaga soricina</i>	Néctar y polen	Desde México hasta Guyana, sureste de Brasil, norte de Argentina, Perú, Isla Margarita (Venezuela), Trinidad, Granada (Antillas Menores) y Jamaica
<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	Néctar y polen	Honduras, El Salvador, Guatemala, México y el sur de Estados Unidos
<i>Desmodus rotundus</i>	Sangre	Desde México hasta el norte de Chile y Argentina
<i>Pteronotus parnellii</i>	Artrópodos e insectos	Desde Sonora hasta el sur de Brasil
<i>Mormoops megalophylla</i>	Artrópodos e insectos	Desde el sur de Texas hasta Venezuela y Perú
<i>Myotis velifer</i>	Artrópodos e insectos	Estados Unidos de América, México, El Salvador y Honduras

Fuente: elaboración propia con información de Kunz 1974, Resutek y Cameron 1993, Salinas-Ramos *et al.* 2015.

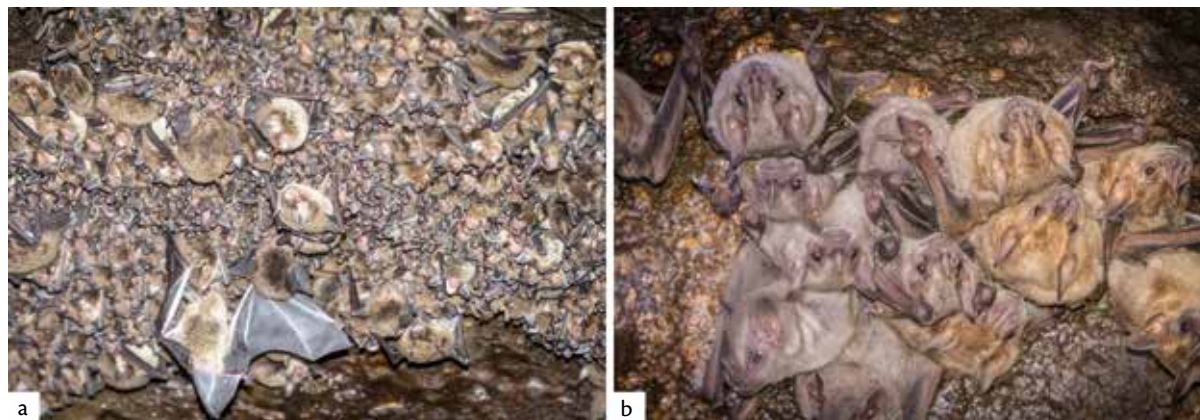


Figura 2. a) Grupo de *Myotis velifer* que supera los 150 individuos y b) *Artibeus hirsutus*. Varias de estas agrupaciones se forman en distintos puntos del refugio. Fotos: Miguel Ángel Sicilia Manzo.

Factores de presión

El hecho de que los murciélagos insectívoros (especies que se alimentan de insectos y artrópodos) se concentren en grandes cantidades, permite la acumulación de su excremento (conocido como guano), que se utiliza como un efectivo fertilizante. Esta acumulación al interior de la cueva provoca la extracción desordenada e irregular del guano.

Hasta el momento, no se han realizado estudios que evalúen las consecuencias del ingreso al refugio y la extracción del guano, sobre las poblaciones de murciélagos. Sin embargo, se sabe que los efectos negativos durante el nacimiento y la crianza o durante los eventos reproductivos de los murciélagos, pueden ser severamente negativos a corto y mediano plazo, lo cual se puede ver reflejado en la disminución del éxito de sobrevivencia,

además de ser causa potencial del abandono del refugio (Furey y Racey 2016).

Al mismo tiempo, fuera y en la periferia de la cueva las presiones sobre las poblaciones de murciélagos como la expansión urbana, el cambio de uso del suelo (figura 3) y la consecuente pérdida de hábitat donde los murciélagos encuentran alimento necesario para mantener viables sus poblaciones, evidencian la urgente necesidad de garantizar la protección legal del sitio y sus más de 140 especies de vertebrados a través de su declaración como área natural protegida (UAEM y SDS 2015).

Acciones de conservación

Desde hace más de 50 años, diversos investigadores de instituciones mexicanas y extranjeras han desarrollado varias investigaciones que desde diversos aspectos



Figura 3. Panorámica aérea sobre la cueva El Salitre. En la zona, los desarrollos habitacionales y de servicios son factores de alta presión sobre la cueva y las poblaciones de murciélagos que en ella habitan. Foto: Miguel Ángel Sicilia Manzo.

biológicos denotan la importancia y la relevancia de la cueva El Salitre (Villa 1966, Flores-Crespo *et al.* 1972, Linhart *et al.* 1972, Arita 1993). En 2004 surgieron las primeras inquietudes y propuestas para considerar a la cueva como un santuario de la vida silvestre (Ávila-Torresagatón 2017). Así, profesores, investigadores y estudiantes de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), en colaboración con el dueño del predio, Don José Varela Guadarrama, comenzaron las primeras acciones para proteger y limitar el acceso a la cueva.

Al mismo tiempo, el trabajo cercano de la UAEM con autoridades del Gobierno del Estado de Morelos a través de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS), permitió a esta última gestionar la modificación del artículo 81 de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos, de tal manera que se incluyó entre las categorías de ANP el término refugio de vida silvestre (Congreso del Estado de Morelos 1999). Así el 25 de abril de 2018 se declaró la cueva como el primer refugio de vida silvestre en el estado con una superficie de 258.26 m² (Gobierno del Estado de Morelos 2018).

Conclusiones

La cueva El Salitre es considerada como el principal refugio cavernícola donde el murciélago *M. velifer* forma una colonia de maternidad temporal en el estado (Ávila-Torresagatón 2008, Fuentes 2011). Tal condición fue una de las razones que sustentó el decreto como refugio de vida silvestre dentro de las categorías de ANP en Morelos.

Este decreto es relevante para catalogar y escalar el sitio como un refugio cavernícola protegido a nivel internacional. Por ello, investigadores de la UAEM, a través de la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos, buscan el reconocimiento de la cueva El Salitre como un sitio de importancia para la conservación de los murciélagos (SICOM). Esta es una herramienta que busca proteger especies y poblaciones de murciélagos mediante la declaratoria de un ANP a nivel local (Aguirre y Barquez 2013) y que forma parte de una estrategia de redes globales de trabajo para la conservación de los murciélagos (Kingston *et al.* 2016). Al conseguir esto, la cueva El Salitre sería el primer SICOM en México.

El decreto de la cueva El Salitre como refugio de vida silvestre permite garantizar la protección y conserva-

ción de las especies de murciélagos que en ésta habitan. Asimismo, reduce algunos impactos negativos al proteger su refugio, aumentando el porcentaje del territorio que se encuentra bajo un esquema de protección para asegurar su protección, cumpliendo con la estrategia estatal y nacional sobre biodiversidad.

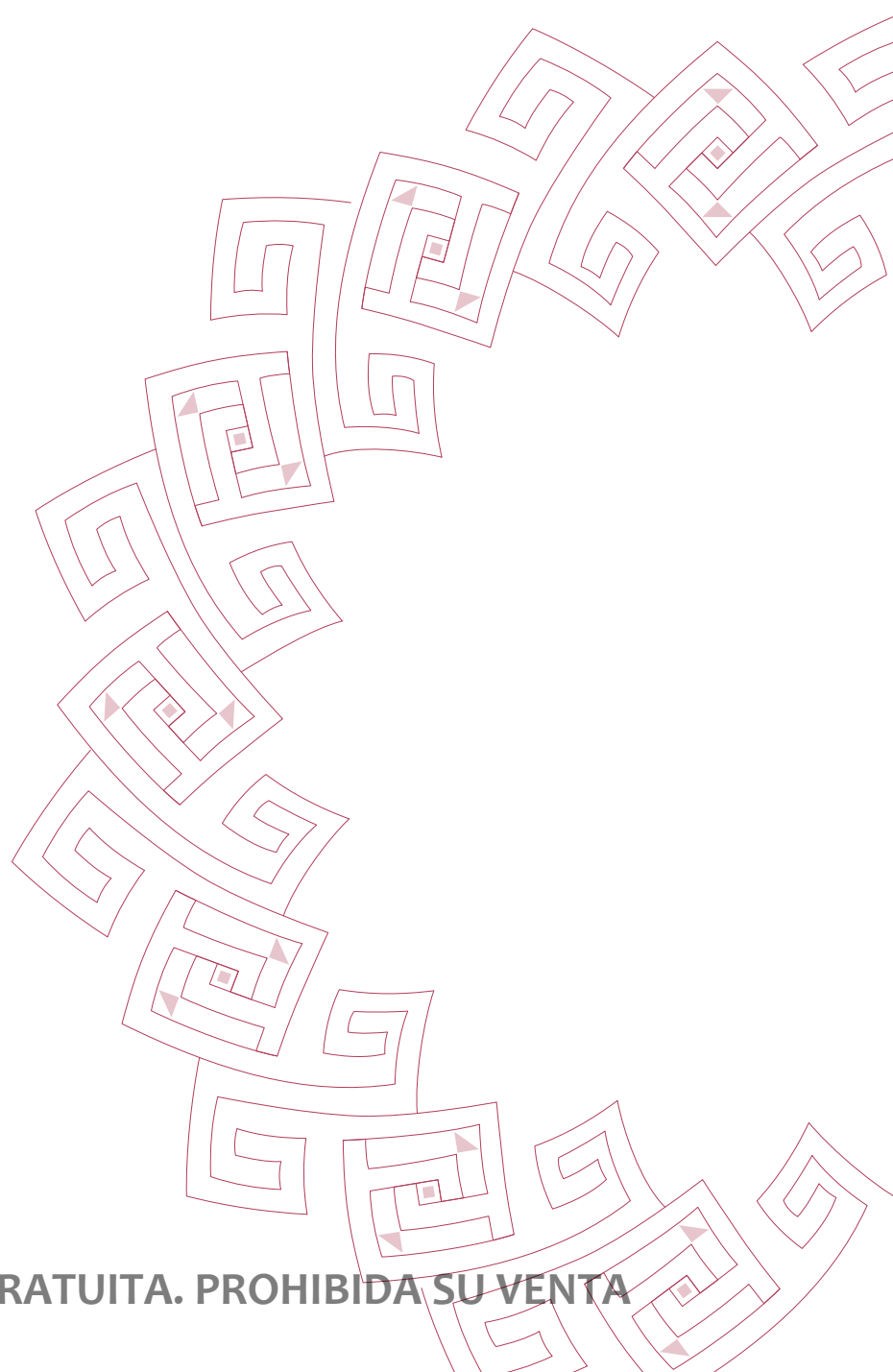
Agradecimientos

A José Antonio Guerrero Enríquez por la revisión y comentarios al manuscrito, a Michel Carreño Ochoa por facilitar la compilación de la literatura. A la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos y al Sr. José Varela por el interés en la protección de la cueva de El Salitre.

Referencias

- Aguirre, L. y R.M Barquez. 2013 Critical areas for bat conservation: Latin American conservationists build grand strategy. *Bats* 31:10-12.
- AMCS. Association for Mexican Cave Studies. 2010. *Index to cave maps of Mexico*. En: <www.mexicancaves.org/maps/Mor.html>, última consulta: 16 de julio de 2017.
- Arita, H.T. 1993. Conservation biology of the cave bats of Mexico. *Journal of Mammalogy* 74:693-702.
- Ávila-Torresagatón, L.G. 2008. *Estimación mediante un sistema audiovisual de las poblaciones de cuatro especies de murciélagos en cinco refugios cavernícolas de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, estado de Morelos, México*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- . 2017. Técnico académico de la UAEM. Comunicación personal, julio.
- Congreso del Estado de Morelos. 1999. *Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Estado de Morelos*. Publicada el 22 de diciembre de 1999 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Última reforma publicada el 16 de marzo de 2017.
- Flores-Crespo, R., S.B. Linhart, R.J. Burns y G.C. Mitchell. 1972. Foraging behavior of the common vampire bat related to moonlight. *Journal of Mammalogy* 53:366-368.
- Fries, C.Jr. 1960. Geología del estado de Morelos y de las partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México. *Boletín del Instituto de Geología-UNAM* 60:236.
- Fuentes, V.L. 2011. *Tamaño y composición de dos colonias de maternidad del murciélago Myotis velifer en el estado de Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Furey, N.M y P.A. Racey. 2016. Conservation ecology of cave bats. En: *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing*

- world. C.C. Voigt y T. Kingston (eds.). Springer, Estados Unidos de América, pp. 463-500.
- Galicia, A.P. 2015. *Dinámica del ensamble de murciélagos cavernícolas en la cueva "el Salitre", Emiliano Zapata*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Gobierno del Estado de Morelos. 2018. *Decreto por el que se expide la declaratoria que establece como área natural protegida con el carácter de refugio de vida silvestre, la entrada de la "Cueva el Salitre", en el municipio de Tlaltizapán de Zapata, Morelos*. Publicado el 25 de abril de 2018 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- Hoffmann, A., J.G. Palacios-Vargas y J.B. Morales-Malacara. 1986. *Manual de biospeleología (con nuevas aportaciones de Morelos y Guerrero, México)*. UNAM, México.
- Kingston, T., L. Aguirre, K. Armstrong et al. 2016. Networking networks for bat conservation. En: *Bats in the Anthropocene: Conservation of bats in a changing world*. C.C. Voigt y T. Kingston (eds.). Springer, Estados Unidos de América, pp. 539-595.
- Kunz, T.H. 1974. Feeding ecology of a temperate insectivorous bat (*Myotis velifer*). *Ecology* 55:639-711.
- Kunz, H.T., E. Braun de Torrez, D. Bauer et al. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223:1-38.
- Kunz, H.T. y L.F. Lumsden. 2003. Ecology of cavity and foliage roosting bats. En: *Bat ecology*. H.T. Kunz y M.B. Fenton (eds.). University of Chicago Press, Chicago, pp. 3-89.
- Linhart, S.B., R. Flores-Crespo y G.C. Mitchell. 1972. El control del murciélago vampiro por medio de un anticoagulante. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana* 53:100-109.
- Medellín, A.R., H.T. Arita y O. Sánchez. 2008. *Identificación de los murciélagos de México clave de campo*. Instituto de Ecología-UNAM, México.
- Miranda, F.G. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.
- Reddell, R.J. 1971. A preliminary bibliography of mexican cave biology with a checklist of published record. *Bulletin of the Association for Mexican Cave Studies* 3:1-184.
- Resutek, M. y G. Cameron. 1993. *Mormoops megalophylla*. *Mammalian Species* 448:1-5.
- Salinas-Ramos, V.D., L.G. Herrera, V. León-Regagnon et al. 2015. Dietary overlap and seasonality in three species of mormoopid bats from a tropical dry forest. *Molecular Ecology* 24:5296-5307.
- UAEM y SDS. Universidad Autónoma del Estado de Morelos y Secretaría de Desarrollo Sustentable. 2015. *Estudio técnico justificativo para determinar un área natural protegida en la cueva El Salitre, Tlaltizapán, Morelos*. UAEM/SDS, Morelos.
- Vargas, Y.R. 1994. Profesor de la UAEM. Comunicación personal, febrero.
- Villa, B. 1966. *Los murciélagos de México*. Instituto de Biología-UNAM, México.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Presencia del ocelote (*Leopardus pardalis*) al noroeste de Morelos

Jaime Marcelo Aranda Sánchez

Las áreas naturales protegidas (ANP) son uno de los instrumentos de política ambiental más reconocidos como una estrategia para la conservación de la biodiversidad (Primack *et al.* 2001). En México, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) administra 182 ANP que cubren más de 90 millones de hectáreas de ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos (CONANP 2017).

El complejo Corredor Biológico Chichinautzin cubre cerca de 60 mil hectáreas del norte de Morelos y lo conforman tres ANP federales: los parques nacionales Lagunas de Zempoala y El Tepozteco, y el Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin (CONANP 2017).

En dicho complejo, los mamíferos carnívoros representan un grupo muy diverso que incluye especies con alimentación estrictamente carnívora, pero también muchas de hábitos omnívoros (Ewer 1973). Dentro del orden de los carnívoros, están los felinos (familia Felidae) que son un grupo muy homogéneo en cuanto a sus hábitos alimentarios y su anatomía general, aunque a la vez son un grupo variado en cuanto a tamaño y patrones de coloración (Sunquist y Sunquist 2002).

El ocelote (*Leopardus pardalis*) es una de las seis especies de felinos que habitan en México (Ceballos 2014). Su peso varía entre los 6 y 18 kg, con registros excepcionales cercanos a 20 kg, y en cada región lo común es que las hembras sean de menor tamaño que los machos.

El pelaje en el área dorsal del animal es de color café con tonalidades que varían entre amarillentas y grisáceas. Generalmente, las pintas son de color café oscuro con el borde negro. En cuanto a la forma de las pintas es variable en cada zona del cuerpo, no hay dos individuos iguales y pueden ser alargadas o más redondeadas; ocasionalmente, en los costados, pueden presentarse pequeñas pintas negras en el interior de las pintas más grandes (figura 1).

En la zona ventral el color es blanco, con pintas sólidas de color negro (Murray y Gardner 1997, Sunquist y Sunquist 2002, Oliveira *et al.* 2010, Moreno y Aranda 2014).

Asimismo, puede habitar en una variedad de ambientes con climas tropicales y templados. Sin embargo, una característica importante para su establecimiento es la existencia de una cobertura vegetal densa (Guggisberg 1975, Mondolfi 1986, Tewes y Everet 1986, Ludlow y Sunquist 1987, Emmons 1988, Crawshaw y Quigley 1989, Murray y Gardner 1997).

Comúnmente, el ocelote es un habitante de tierras bajas y la mayor parte de los registros llegan hasta 1 200 msnm. En México, esto sucede en la península de Yucatán y algunos estados del sur, como Tabasco. No obstante, para el resto del país las poblaciones se encuentran en zonas montañosas y con registros en alrededor de 2 000 msnm (Moreno *et al.* 2011, Aranda *et al.* 2012, Ahumada-Carrillo *et al.* 2013), pero con pocos por arriba de 2 500 msnm (Ahumada-Carrillo *et al.* 2013, Bárcenas y Medellín 2010, Martínez-Calderas *et al.* 2011, Monroy-Vilchis *et al.* 2011).

De acuerdo con Ceballos (2014), en México el ocelote se encuentra en: Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Estado de México, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. Específicamente para el caso de Morelos, la única mención se refiere a la observación de unas pieles en la zona de Huajintlán, al sur de la entidad (Vargas *et al.* 1992). Sin embargo, por tratarse de pieles de animales cazados, no es posible tener la seguridad de la procedencia de los ejemplares y la zona está muy cerca de los límites con el estado de Guerrero.

En este sentido, existen técnicas y herramientas como el fototrampeo, que consiste en el uso de cámara

Aranda, M. 2020. Presencia del ocelote (*Leopardus pardalis*) al noroeste de Morelos. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III.* CONABIO, México, pp. 286-288.



Figura 1. Aspecto general de un ocelote adulto. Foto: Iván Lira Torres/Banco de imágenes CONABIO.

ras automáticas que se activan por el paso de un animal, que ha probado ser un método no invasivo, y útil para documentar la presencia de especies difíciles de observar (Botello *et al.* 2005).

Durante 2013, se colocaron varias cámaras-trampa dentro del Parque Nacional Lagunas de Zempoala con el objetivo de documentar algunos de los mamíferos silvestres que habitan en el área. Una de las cámaras se ubicó a 3 150 msnm, en una zona de bosque mixto de oyamel (*Abies religiosa*), pinos (*Pinus* spp.) y encinos (*Quercus* spp.). El 4 de septiembre del mismo año se obtuvo el primer clip de video de un ocelote macho, adulto, en buenas condiciones físicas. Durante los siguientes dos meses se obtuvieron varios clips de video del mismo individuo, lo que confirmó que se trataba de un individuo residente (Aranda *et al.* 2014).

Particularmente, este registro es relevante por varias razones: 1) indica la presencia de una población de ocelotes en una región donde ni siquiera se sospechaba tal posibilidad; 2) es el registro de mayor altitud en México; y 3) es el primer y único registro de la presencia de ocelotes en Morelos. Desde luego, este registro no indica la presencia de una población de ocelotes dentro de dicho parque. Aunque sólo se registró a un individuo, por tratarse de un macho adulto residente y en buenas condi-

ciones físicas, esto permite inferir la posible existencia de una población en los municipios de Hutzilac, en el noroeste de Morelos, y Ocuilan de Arteaga, en el sur del Estado de México.

Cabe señalar que esta es una región donde la vegetación dominante es el bosque mesófilo de montaña, que tiene continuidad, conforme disminuye la altitud, con bosques de encinos y bosques tropicales caducifolios, a lo largo de los límites entre ambos estados. En el futuro, será importante confirmar la existencia de esta población, de modo que se pueda valorar el potencial que tendrían las ANP actuales, federales y estatales, para su conservación.

Referencias

- Ahumada-Carrillo, I.T., J.C. Arenas-Monroy y M.A. Iñiguez. 2013. Presence of the ocelot (*Leopards pardalis*) in northern Jalisco, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84:718-721.
- Aranda, M., F. Botello y L. López-de Buen. 2012. Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:778-784.

- Aranda, M., F. Botello, E. Martínez-Meyer y A. Pineda. 2014. Primer registro de ocelote (*Leopardus pardalis*) en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Estado de México y Morelos, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:1300-1302.
- Bárceñas, H. y R.A. Medellín. 2010. Ocelot (*Leopardus pardalis*) in Aguascalientes, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 55(3):447-449.
- Botello, F., P. Illoldi-Rangel, M. Linaje et al. 2005. Nuevos registros del tepezcuintle (*Agouti paca*) para el norte de Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76:103-105.
- Ceballos, G. 2014. *Mammals of Mexico*. John Hopkins University Press, Baltimore.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2017. *Áreas naturales protegidas de México: mapa de la red de áreas naturales protegidas federales*. SEMARNAT, México.
- Crawshaw, P.G. y H.B. Quigley. 1989. Notes on ocelot movement and activity in the Pantanal Region, Brazil. *Biotropica* 21(4):377-379.
- Emmons, L.H. 1988. A field study of ocelots (*Felis pardalis*) in Peru. *Revue d'Ecologie de la Terre et la Vie* 43:133-157.
- Ewer, R.F. 1973. *The carnivores*. Cornell University Press, Nueva York.
- Guggisberg, C.A.W. 1975. *Wild cats of the world*. David and Charles Publishing Co., Nueva York.
- Ludlow, M.E. y M.E. Sunquist. 1987. Ecology and behavior of ocelots in Venezuela. *National Geographic Research* 3:447-461.
- Martínez-Calderas, J.M., O.C. Rosas-Rosas, J.F. Martínez-Montoya et al. 2011. Distribución del ocelote (*Leopardus pardalis*) en San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:997-1004.
- Mondolfi, E. 1986. Notes on the biology and status of small wild cats in Venezuela. En: *Cats of the world: biology, conservation, and management*. S.D. Miller y D.D. Everet (eds.). Natural Wildlife Federation, Washington, pp. 125-146.
- Monroy-Vilchis, O., M.M. Zarco-González, C. Rodríguez-Soto et al. 2011. Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical* 59(1):373-383.
- Moreno, E., L.I. Iñiguez y C.A. López. 2011. High elevation records of ocelots (*Leopardus pardalis*) in Jalisco, Mexico. *Mammalia* 75:387-388.
- Moreno, R. y M. Aranda. 2014. Ocelot. En: *Mammals of Mexico*. G. Ceballos (ed.). John Hopkins University Press, Baltimore, pp. 499-50.
- Murray, J.L. y G.L. Gardner. 1997. *Leopardus pardalis*. *Mammalian Species* 548:1-10.
- Oliveira, T.G., M.A. Tortato, L. Silveira y M. Sunquist. 2010. Ocelot ecology and its effects on the small-felid guild in the lowland neotropics. En: *Biology and conservations of wild felids*. D.W. Macdonald y A.J. Loveridge (eds.). Oxford University Press, Reino Unido, pp. 559-580.
- Primack, R., R. Rozzi y P. Feinsinger. 2001. Establecimiento de áreas protegidas. En: *Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas*. R. Primack, R. Rozzi, P. Feinsinger y F. Massardo (eds.). FCE, México, pp. 449-475.
- Sunquist, M. y F. Sunquist. 2002. *Wild cats of the World*. The University of Chicago, Illinois.
- Tewes, M.E. y D.D. Everet. 1986. Status and distribution of the endangered ocelot and jaguarundi in Texas. En: *Cats of the world: biology, conservation, and management*. S.D. Miller y D.D. Everet (eds.). Natural Wildlife Federation, Washington, pp. 147-158.
- Vargas, R., C. Sánchez y M.L. Romero. 1992. Registro de felinos para el centro y sur del estado de Morelos. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 43:97-99.

Áreas prioritarias para la conservación

Gustavo Rodríguez Gallegos

Introducción

Los ecosistemas contribuyen al bienestar humano mediante la generación de una amplia variedad de funciones ecosistémicas, que constituyen la base de la subsistencia y el desarrollo económico y social de la humanidad (Gómez y De Groot 2007). No obstante, por el alto costo de recursos financieros y humanos que representa la conservación de grandes superficies, ésta debería enfocarse al conjunto de áreas donde se producen los mayores beneficios y los esfuerzos invertidos deriven en mejores efectos, particularmente de tipo ambiental (Razola *et al.* 2006, Sánchez *et al.* 2008, Benegas y León 2009).

Morelos es una de las entidades con mayor porcentaje de su territorio dedicado a la conservación mediante decretos de áreas naturales protegidas (ANP), con un porcentaje territorial protegido de 24.13%. No obstante, un porcentaje importante de estos espacios presenta coberturas de suelo alteradas o completamente transformadas, como podría ser el caso de valles agrícolas o asentamientos humanos. Por el contrario, otras zonas de alta relevancia ambiental no se encuentran consideradas dentro de la superficie protegida.

Por lo tanto, a pesar de la elevada proporción de territorio dedicado a conservación en el estado, la representatividad de la diversidad biológica estatal en las ANP podría no haberse alcanzado. Esta hipótesis se respalda por el elevado número de sitios relevantes propuestos para la conservación que se encuentran fuera de las ANP decretadas.

Ejemplos de esto son las regiones terrestres prioritarias (RTP; Arriaga *et al.* 2000); las áreas clave para la conservación de la biodiversidad (КBA; Langhammer *et al.* 2007); y recientemente, los sitios prioritarios

para la conservación de la biodiversidad propuestos por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO; Koleff *et al.* 2009). En general, todas estas zonificaciones concuerdan con las ANP, sin embargo, también consideran otros espacios.

Una herramienta de gran relevancia para la orientación y optimización de los esfuerzos dirigidos al estudio, la conservación y el manejo de los recursos naturales de un territorio, así como el fomento de su aprovechamiento sustentable, es la identificación de áreas prioritarias, relevantes o críticas para la conservación (Sánchez *et al.* 2008, Arriaga *et al.* 2009, Ceballos *et al.* 2009, Koleff *et al.* 2009).

Proceso de identificación de áreas prioritarias para la conservación

Los estudios relacionados con la identificación de áreas prioritarias incluyen la definición de un espacio geográfico, los objetivos de conservación y un diagnóstico de los aspectos sociales (Galindo *et al.* 2009). Las áreas prioritarias para la conservación representan un territorio con una combinación de atributos bióticos, abióticos, culturales y socioeconómicos óptimos para el objetivo de la conservación de la diversidad biológica, cuya permanencia está en riesgo inminente principalmente por causas antropogénicas o de otra índole.

Las áreas prioritarias difieren de las áreas potenciales u óptimas, debido a que éstas consideran aspectos de relevancia para el objetivo definido. Sin embargo, el carácter de prioridad surge cuando éstas se encuentran en riesgo o son vulnerables a cambios que potencialmente disminuirán su capacidad para preservar ecosistemas y biodiversidad, o mantener los servicios ecosistémicos (Harris *et al.* 2008, Galindo *et al.* 2009). Esto es, las áreas

Rodríguez Gallegos, G. 2020. Áreas prioritarias para la conservación. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 289-301.

prioritarias representan espacios específicos de las áreas potenciales, que deben ser considerados y atendidos de manera oportuna antes de que pierdan su relevancia ambiental.

La determinación de las áreas prioritarias es un reto que implica la resolución de un problema de optimización, en el que las áreas seleccionadas deben ser las de mayor relevancia para el objetivo de conservación planteado y las que se encuentran en mayor riesgo. Además, éstas deben ser las más viables en términos económicos, de recursos humanos y de infraestructura para establecer los programas y las estrategias requeridas para su permanencia y manejo (Sánchez *et al.* 2008).

Los procesos metodológicos para la determinación de áreas prioritarias consideran en general siete etapas fundamentales: 1) definición del objetivo de conservación; 2) selección de los atributos que en conjunto reflejen de mejor manera, las áreas potenciales que integran el objetivo de conservación; 3) jerarquización de los atributos seleccionados; 4) definición de las áreas potencia-

les para la conservación; 5) identificación de los factores de impacto y vulnerabilidades; 6) identificación de las áreas más vulnerables o con mayor riesgo de entre aquellas potenciales; y 7) determinación de las áreas prioritarias para la conservación (figura 1).

Definición del objetivo de conservación en el estado

Este objetivo constituye la base de todo el proceso, por lo que su selección permite priorizar de manera adecuada las áreas que contengan las características de interés. En este ejercicio, para Morelos se establecieron como prioritarios para la conservación a aquellos ecosistemas con la mayor representatividad en términos de biodiversidad estatal y que brindaran bienes y servicios ecosistémicos insustituibles a la población. En conjunto, los ecosistemas, su biodiversidad y los servicios ecosistémicos que brindan, representan el objetivo de conservación para la determinación de las áreas prioritarias del estado.

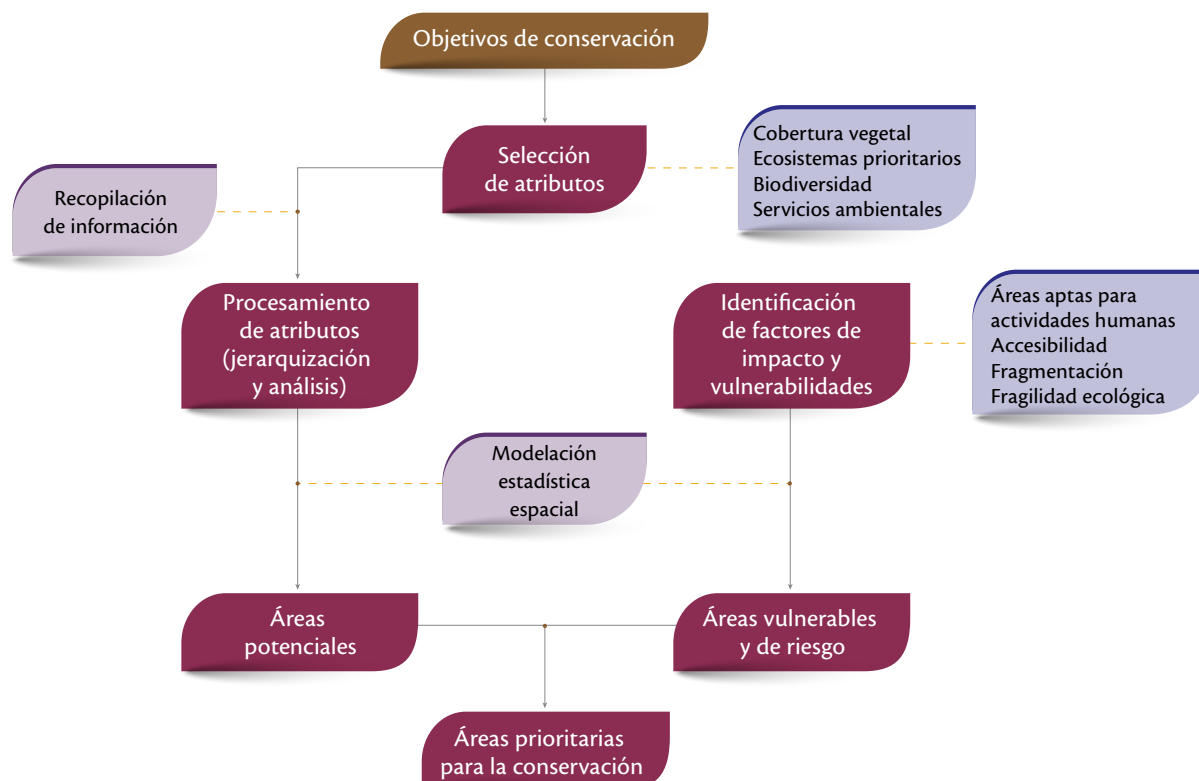


Figura 1. Proceso metodológico para la identificación de áreas prioritarias para la conservación. Fuente: elaboración propia.

Selección de atributos

Un atributo que constituye la base para la toma de decisiones, debe ser medible y susceptible de evaluarse. Los atributos dependen del objetivo de conservación y pueden ser de carácter biológico, físico, socioeconómico, ambiental o inclusive cultural. En este caso se determinaron como atributos: la cobertura vegetal y su estado de conservación; la presencia de ecosistemas o hábitats particulares o prioritarios; la riqueza potencial de especies; la presencia de especies endémicas o bajo alguna categoría de riesgo; y el potencial de suministro de los servicios ecosistémicos de recarga de acuíferos, fijación de carbono, retención de suelos y paisaje estético.

Procesamiento de atributos

Una vez seleccionados los atributos, se mapearon mediante modelos estadísticos de análisis espacial y se jerarquizaron de acuerdo con la relevancia de cada uno de ellos para el cumplimiento del objetivo de conservación.

Cada atributo se procesó mediante el uso de información detallada y actualizada. Para su análisis se clasificó de acuerdo con su potencial para cumplir el objetivo

de conservación. En este sentido se utilizó una escala numérica de 0 a 10, donde 0 representa zonas sin características adecuadas y 10 zonas con características muy adecuadas. Los valores intermedios (1-9) se asignaron a características o potencialidades intermedias.

Los atributos de cobertura vegetal y su estado de conservación, así como presencia de ecosistemas prioritarios, se obtuvieron a partir de un mapa de uso del suelo y vegetación actualizado de Morelos. Este mapa permitió identificar la distribución actual de cada ecosistema, su superficie y estado de conservación, clasificando su estado como primario o secundario.

Asimismo, se realizó una reclasificación para jerarquizar las categorías de uso del suelo y vegetación (cuadro 1). La cobertura vegetal se evaluó a partir de la presencia de ecosistemas y su estado de conservación.

La priorización de los ecosistemas se determinó de acuerdo con su rango de distribución a nivel estatal y nacional. Los valores más altos se asignaron a los ecosistemas de distribución restringida (bosque de oyamel, pradera de alta montaña, bosque de galería, humedales, cuerpos de agua) y valores moderados y bajos a los restantes respecto al incremento del rango de distribución.

Cuadro 1. Valores asignados por tipo de vegetación para los atributos de cobertura vegetal y ecosistemas prioritarios.

Tipo de vegetación	Cobertura vegetal		Ecosistemas prioritarios	
	Primaria	Secundaria	Primario	Secundario
Bosque de oyamel (<i>Abies</i>)	10	8	10	9
Bosque mixto de <i>Abies-Pinus</i>	10	8	9	8
Bosque de <i>Pinus</i>	10	8	7	6
Bosque mixto de <i>Pinus-Quercus</i>	10	8	7	6
Bosque de <i>Quercus</i>	10	8	7	6
Bosque mesófilo de montaña	10	8	10	9
Pradera de alta montaña		10	10	9
Matorral rosetófilo crasicuale	10	8	9	8
Pastizal natural		10	7	6
Selva baja caducifolia	10	8	7	6
Bosque de galería	10	8	9	8
Humedal		10	9	8
Otros usos del suelo				
Cuerpo de agua		10		10
Frutales		5		0
Vegetación secundaria		4		0
Pastizal inducido		1		0
Agricultura de riego		0		0
Agricultura de temporal		0		0
Suelo artificial		0		0
Zona sin vegetación aparente		0		0

Fuente: elaboración propia.

Los atributos de riqueza potencial de especies y presencia de especies endémicas o bajo alguna categoría de riesgo se obtuvieron a partir del modelamiento con el software GARP (*Genetic Algorithm for Rule Set Production*) del nicho ecológico¹ de cada una de las especies de vertebrados con datos de colecta.

Con la asistencia de GARP se obtuvo un mapa de distribución potencial para cada una de las 238 especies de vertebrados con datos de colecta disponibles en la entidad (22 de anfibios, 50 de reptiles, 127 de aves y 39 de mamíferos). Cada mapa está representado por zonas de presencia potencial (1) y ausencia potencial (0).

El atributo de riqueza potencial de especies se obtuvo mediante la suma aritmética de todos los mapas de distribución. El atributo de presencia potencial de especies endémicas o bajo estatus de riesgo se generó a partir de la suma aritmética de los mapas de distribución de las especies listadas en la NOM-059 (SEMARNAT 2010). Ambos atributos se normalizaron a valores de 0 a 10.

Por su parte, el atributo del potencial de suministro de servicios ecosistémicos se obtuvo a partir de la integración de los mapas de recarga de acuífero potencial, fijación de carbono potencial, retención de suelos potencial y paisaje estético.

El mapa final de suministro de servicios ecosistémicos se generó a partir de la combinación de los cuatro mapas. A las zonas con mayor potencial para brindar alguno de los servicios analizados se les asignó el valor más alto (10), mientras que a aquellas zonas con escaso potencial se les asignó el valor más bajo. La asignación de valores intermedios (1-9), fue para las zonas que pueden brindar moderadamente cualquiera de los servicios ecosistémicos.

La jerarquización de los atributos se desarrolló a partir del proceso analítico jerárquico propuesto por Saaty

(2008), en un taller de participación sectorial. Este método permite la participación de los actores y sectores involucrados, y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un modelo jerárquico, en el que se realiza una comparación por pares de atributos para generar una ponderación entre ellos, y así obtener un valor porcentual final (coeficiente) para cada atributo (cuadro 2).

Áreas potenciales para la conservación

Para la obtención de las áreas potenciales para la conservación se desarrolló un análisis multicriterio (AMC) con los mapas de los diferentes atributos y los coeficientes elaborados a partir de la jerarquización de éstos.

El AMC basado en sistemas de información geográfica se define como un proceso que integra y transforma datos geográficos (mapas de atributos) y juicios de valor (las preferencias del analizador), para obtener la evaluación total de las alternativas de decisión (Borouhaki y Malczewski 2008).

La identificación de las áreas potenciales para la conservación se generó con la suma de los valores asignados a los mapas de los diferentes atributos con sus respectivos valores porcentuales obtenidos en el proceso de jerarquización antes mencionado.

En el modelo propuesto, se considera que un área es potencial para su conservación si en el AMC obtiene un valor superior a seis. Sin embargo, existen numerosas áreas con alto potencial para la conservación, debido a que tienen una alta riqueza potencial de especies, presencia de especies endémicas o bajo alguna categoría de riesgo y ecosistemas prioritarios para la conservación, así como un alto potencial de suministro de servicios ecosistémicos y una cobertura vegetal considerable (figura 2). La superficie total de áreas potenciales, con un valor superior a seis, corresponde a 148 140 ha, que significa 29.98% de la superficie del estado.

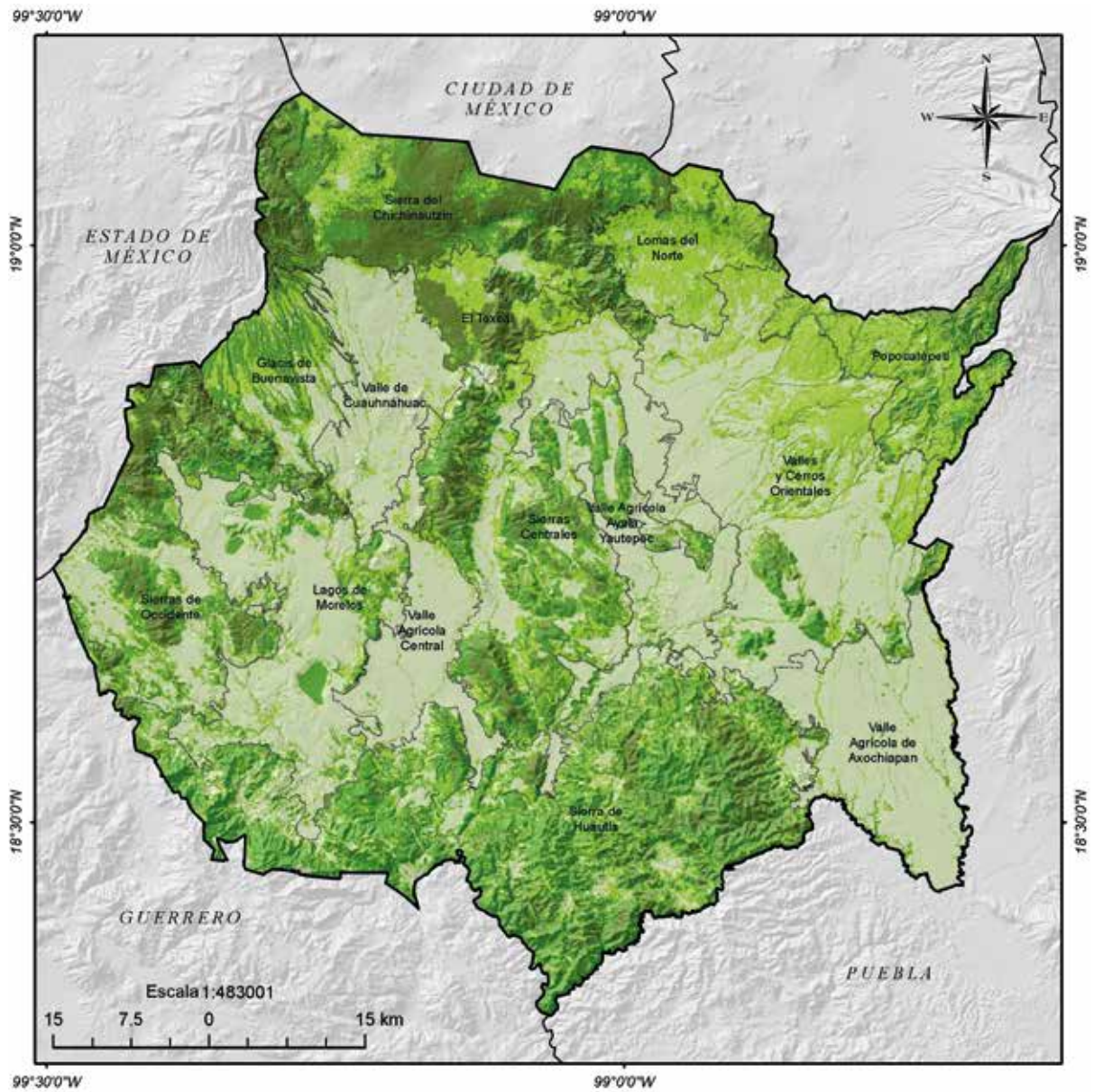
Principalmente, las zonas con mayor relevancia determinadas a partir del AMC se localizan en la zona norte y poniente del estado, en sus límites con la Ciudad de México y el Estado de México, en la región ecológica Sierra del Chichinautzin, por Zempoala, descendiendo hacia el sur por la región ecológica del Glacis de Buenavista hasta la región ecológica de las Sierras de

Cuadro 2. Coeficientes por atributo para el cálculo de áreas potenciales para la conservación.

Atributo	Valor porcentual
Riqueza de especies	31.36
Presencia de especies en riesgo o endémicas	27.22
Ecosistemas prioritarios	21.96
Servicios ambientales	11.43
Cobertura vegetal	8.02

Fuente: elaboración propia.

¹ Se define como el modo en que una especie utiliza su hábitat e incluye todas las variables bióticas y abióticas a las que responde el organismo.



SIMBOLOGÍA

Límites administrativos	Áreas potenciales para la conservación	Regionalización ecológica
Morelos	Potencial	Límite
Límites estatales	Alto	
	Moderado	
	Bajo	
	Nulo	

Figura 2. Áreas potenciales para la conservación identificadas mediante el AMC espacial. Las áreas en tonalidades oscuras representan áreas con mayor potencial para la conservación, mientras que, las áreas en tonalidades claras representan áreas sin potencial. Fuente: elaboración propia.

Occidente en los municipios de Miacatlán y Coatlán del Río. En conjunto, dichas áreas representan un corredor biológico con dirección norte-sur que comunica por la zona poniente del estado, al Eje Neovolcánico Transversal con la Depresión del Balsas.

En la zona al sur de la entidad, en sus colindancias con Guerrero y Puebla se localiza otra región ecológica de gran relevancia conocida como Sierra de Huautla. Además de estas zonas de alto potencial para la conservación, existe otro corredor con dirección norte-sur, formado por las regiones ecológicas de El Texcal y Sierras Centrales. Adicionalmente, existen algunas otras zonas de menores dimensiones, pero con alto potencial, como las faldas del volcán Popocatepetl y su sistema de barrancas que descienden hacia la zona oriental del estado; así como algunos cerros aislados en esta región, como son los cerros de Ayala, Tlayca y del Mono.

Áreas potenciales con mayor relevancia en el estado

A partir de los mapas de las áreas potenciales para la conservación, compuestos por pixeles, cada uno con un valor numérico entre 0 y 10 de acuerdo con su potencial para la conservación, se delimitaron las 18 áreas con mayor relevancia para la conservación en el estado. Cada una de ellas se constituye por un macizo o un sistema natural que comparte las mismas características biofísicas y de tipos de vegetación (figura 3).

La superficie total de las 18 áreas delimitadas comprende poco más de 200 mil hectáreas, que corresponde a un espacio mayor al registrado para las áreas potenciales para la conservación. Dicha discrepancia se debe a que algunas áreas con valor de potencial para la conservación menor a 6, están inmersas en grandes macizos de alto valor y se consideran dentro de la delimitación de las 18 áreas potenciales con mayor relevancia. La estrategia para su conservación debe considerar toda la unidad biofísica como una matriz y no únicamente las zonas que aún mantienen potencial.

Entre las de mayores dimensiones de las áreas potenciales se encuentran las sierras de Huautla, de Agualinda, del Chichinautzin y Cerro Frío, todas ellas con superficies mayores a 20 mil hectáreas (cuadro 3). Las áreas de menor superficie son Cerro Gordo, cerros de Ayala y Cerro del Mono, con extensiones menores a 2 mil hectáreas.

Cabe mencionar que la superficie de algunas áreas potenciales corresponde a decretos de ANP, particularmente en los casos de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, el Corredor Biológico Chichinautzin, el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl y la Reserva Estatal Sierra de Monte Negro.

Factores de impacto y vulnerabilidad

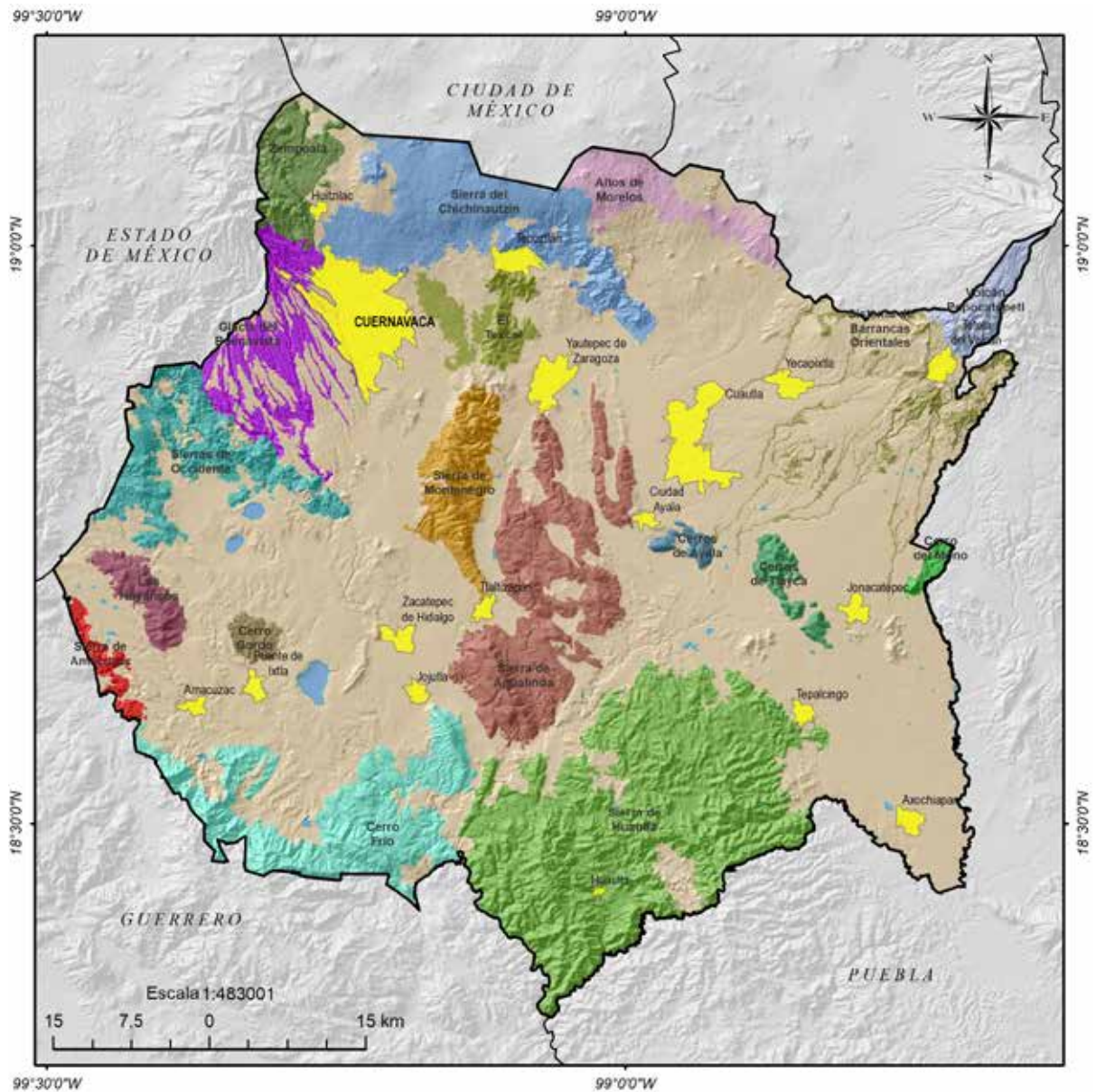
A partir de indicadores de riesgo de pérdida o cambio de las áreas potenciales con mayor relevancia para la conservación, se identificaron los cuatro factores con mayor potencial de impacto:

1. Áreas aptas o bajo presión. Dichas áreas son aquellas en las que actúan con mayor intensidad los principales promotores de la pérdida de superficie natural en el estado, por lo que están estrechamente ligados a los sectores agrícola, pecuario, forestal y de asentamientos humanos.
2. Accesibilidad potencial. Es la facilidad con la que se puede alcanzar un área determinada, la cual se relaciona con la distancia a las vías de acceso o los asentamientos humanos, así como las características topográficas y de cobertura del área, que inciden en el costo de desplazamiento.

Cuadro 3. Áreas potenciales con mayor relevancia para la conservación delimitadas en Morelos.

Área potencial para la conservación	Superficie (ha)
Sierra de Huautla	55 906
Sierra de Agualinda	24 014
Sierra del Chichinautzin	23 589
Cerro Frío	20 882
Sierras de Occidente	12 839
Glacis de Buenavista	10 393
Sierra de Monte Negro	8 317
Altos de Morelos	7 975
Zempoala	7 241
Sistema de Barrancas Orientales	7 172
El Texcal	5 838
Volcán Popocatepetl	3 896
Los Hoyancos	3 694
Cerros de Tlayca	2 588
Sierra de Amacuzac	2 047
Cerro Gordo	1 624
Cerros de Ayala	1 141
Cerro del Mono	956

Fuente: elaboración propia.



SIMBOLOGÍA

Límites administrativos

- Morelos
- Límites estatales
- Principales áreas urbanas por región ecológica

Rasgos hidrológicos

- Cuerpo de agua

Áreas potenciales con mayor relevancia para la conservación

- | | | |
|------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Altos de Morelos | Glacis de Buenavista | Sierras de Occidente |
| Cerro Frio | Los Hoyancos | Sistema de Barrancas Orientales |
| Cerro Gordo | Sierra de Aguilinda | Volcán Popocatepetl |
| Cerro del Mono | Sierra de Amacuzac | Zempoala |
| Cerros de Ayala | Sierra de Huautla | |
| Cerros de Tlayca | Sierra de Monte Negro | |
| El Texcal | Sierra del Chichinautzin | |

Figura 3. Áreas potenciales con mayor relevancia para la conservación en Morelos. Fuente: elaboración propia.

3. Fragmentación de los ecosistemas. Es el grado de disgregación que se genera en las masas de vegetación original de éstas, por el cambio en el uso del suelo.
4. Fragilidad ecológica. Es un concepto relacionado con la susceptibilidad a la pérdida que tiene la vegetación y el suelo que conforman un ecosistema dado.

Áreas más vulnerables o con mayor riesgo

El mapa de vulnerabilidad y riesgo de pérdida de las áreas potenciales para la conservación se obtuvo con la suma ponderada de los cuatro factores con mayor potencial de impacto (figura 4).

En la entidad la mayoría de las zonas potenciales para su conservación presentan numerosas extensiones vulnerables a la pérdida de ecosistemas (figura 4). En la periferia de la zona metropolitana de Cuernavaca, se presentan áreas de alta vulnerabilidad: 1) hacia el norte, en las zonas boscosas de la región ecológica de la Sierra del Chichinautzin; 2) hacia el poniente, donde todas las barrancas se encuentran en riesgo potencial, principalmente las que se encuentran más próximas o inmersas en el área urbana; y 3) hacia el oriente, en dirección a El Texcal y la Sierra de Monte Negro.

Cabe señalar que, las áreas potenciales que se ubican en el oriente presentan alta vulnerabilidad por ser escasas, estar inmersas en grandes extensiones sujetas a actividad humana, y estar con mayor fragmentación. Entre estas áreas destacan el sistema de barrancas Orientales, los Altos de Morelos, los cerros de Ayala y Tlayca y la vertiente oriental de la sierra de Aguilinda.

La otra región del estado donde se identificó una alta vulnerabilidad se encuentra en la periferia de la región ecológica de Lagos de Morelos, tanto en las Sierras de Occidente, de Aguilinda y de Amacuzac, como en la zona de los Hoyancos, Cerro Gordo y Cerro Frío. En éstas se observan grandes áreas con gran riesgo de pérdida de ecosistemas, principalmente en las zonas de piedemonte más próximas a los sitios con actividades humanas.

Las áreas de Sierra de Huautla y Zempoala podrían ser las que presentan la menor vulnerabilidad. Ello debido a su menor accesibilidad, aunque no se encuentran exentas de los procesos de degradación derivados

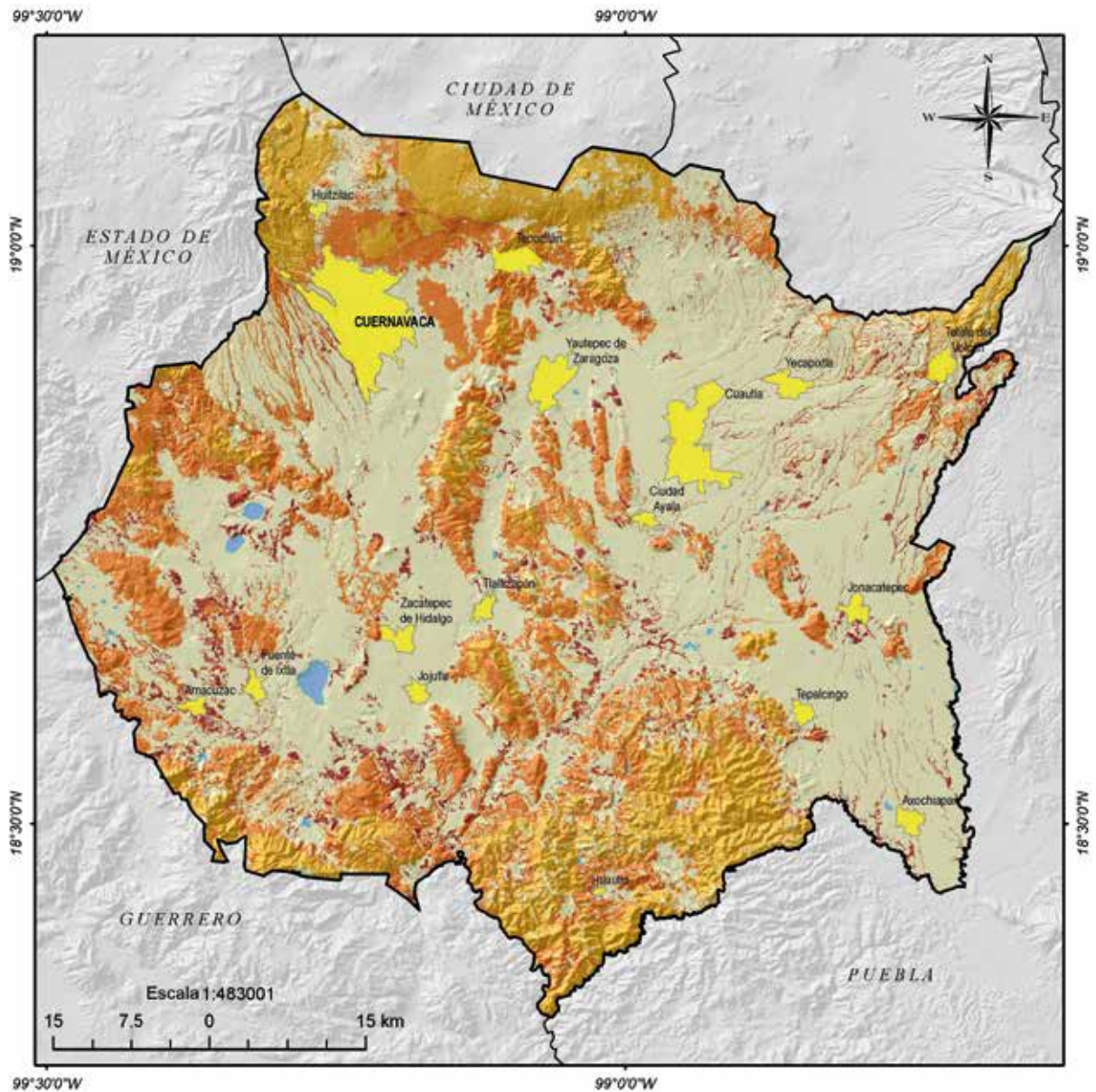
del aprovechamiento desmedido de los recursos forestales maderables y no maderables.

Áreas prioritarias para la conservación en el estado

Las áreas prioritarias para la conservación se determinaron a partir de la combinación de los mapas de áreas potenciales para la conservación y de áreas vulnerables o bajo riesgo (figura 1).

Entre las áreas potenciales con mayor relevancia para la conservación se consideraron como áreas prioritarias, a aquellas con valor final de la combinación de los mapas igual a seis o más. Con éstos, se obtuvo una superficie total de 113 600 ha, con tres clasificaciones de acuerdo con su valor de prioridad (figura 5):

- **Muy alta.** Son aquellas con un gran potencial para su conservación. Esto es, las que tuvieron alta riqueza de especies, presencia de especies endémicas o sujetas a conservación, cobertura vegetal en buen estado de ecosistemas prioritarios, debido a su distribución restringida y además brindaron servicios ecosistémicos. Pero a su vez, resultaron ser muy vulnerables, debido a la alta aptitud para el desarrollo de actividades humanas, su fácil accesibilidad, al grado de fragmentación que presentan y su alta fragilidad ecológica. Estas áreas se localizan en las regiones norte y poniente del estado, y las más relevantes fueron El Texcal, las Sierras de Occidente, los Hoyancos, la Sierra del Chichinautzin, Zempoala, Cerro Gordo, la Sierra de Amacuzac y la Sierra de Monte Negro.
- **Alta.** Se definieron con valores menores de potencial de conservación o que pudieran ser sujetas en menor medida a procesos de cambio o degradación. Entre las zonas de alta prioridad se encuentran los cerros de Tlayca, del Mono, Sierra de Huautla, Cerro Frío, el Sistema de barrancas Orientales, la Sierra de Aguilinda y el Glacis de Buenavista.
- **Moderada.** Son las áreas que presentaron valores moderados de potencial de conservación, por lo que aun y cuando pudieran ser vulnerables, su menor biodiversidad, cobertura vegetal y capacidad para brindar bienes y servicios ecosistémicos, las hizo menos relevantes. Entre las zonas con esta prioridad se encuentran los Altos de Morelos, el volcán Popocatepetl y los cerros de Ayala.



SIMBOLOGÍA

Límites administrativos	Rasgos hidrológicos	Vulnerabilidad y riesgo de pérdida de las áreas potenciales para la conservación
<ul style="list-style-type: none"> Morelos Límites estatales Principales áreas urbanas por región ecológica 	<ul style="list-style-type: none"> Cuerpo de agua 	<ul style="list-style-type: none"> Alta Moderada Baja Nula

Figura 4. Vulnerabilidad y riesgo de pérdida de las áreas potenciales para la conservación. a) Áreas rojas: son las zonas bajo mayor vulnerabilidad de pérdida de ecosistemas; b) áreas naranjas: son las zonas con vulnerabilidad media; y c) áreas amarillas: son las zonas sin vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, no se puede clasificar toda un área por su valor de prioridad promedio, ya que cada una de ellas puede contener tanto áreas de prioridad moderada como muy alta, principalmente en aquellas zonas de mayor vulnerabilidad.

Por otra parte, los valores de potencial, vulnerabilidad y prioridad para la conservación obtenidos para cada una de las 18 áreas potenciales de mayor relevancia mostraron que el área de mayor potencial es El Texcal, seguida de la Sierra del Chichinautzin, Zempoala, las Sierras de Occidente y Los Hoyancos (figura 6). Sin embargo, si se toma en cuenta la vulnerabilidad, la prioridad para la conservación de estas áreas presenta un orden jerárquico diferente. En este sentido, El Texcal se mantiene como el área de mayor prioridad, seguida de las Sierras de Occidente y Los Hoyancos, mientras que Sierra del Chichinautzin y Zempoala se encuentran por debajo de éstas.

Asimismo, el volcán Popocatepetl presenta un mayor potencial para la conservación que otras áreas clasificadas con mayor prioridad como Cerro Frío, el Sistema de barrancas Orientales, la Sierra de Agualinda o el Glacis de Buenavista. No obstante, todas éstas se encuentran en mayor riesgo, por lo que la prioridad para su conservación es mayor.

Coincidencia con las ANP existentes

Al analizar la superficie considerada dentro de los decretos de ANP en la entidad, de las 119 691.33 ha protegidas, 45 100 ha no constituyen áreas con potencial para su conservación. En general, éstas se encuentran ocupadas por zonas urbanas, de infraestructura mixta, o agropecuarias, por lo que carecen de condiciones ambientales relevantes que pudieran considerarse congruentes con su decreto de protección. Únicamente 73 338.5 ha son las que realmente cuentan con características ambientales relevantes que justifiquen su decreto, que equivale a 14.8% de la superficie estatal. De este porcentaje, sólo 53 400 ha se pueden considerar como áreas prioritarias para la conservación, es decir, 45% de la superficie protegida y 10.8% de la superficie estatal.

Las 200 112 ha que constituyen las 18 áreas potenciales con mayor relevancia para la conservación corresponden a 44.5% de la superficie estatal, 20.5% más que la considerada dentro del sistema de ANP estatal. De ésta, actualmente 96 mil hectáreas se encuentran dentro de

algún decreto de protección, mientras que las 104 112 ha restantes no se incluyen.

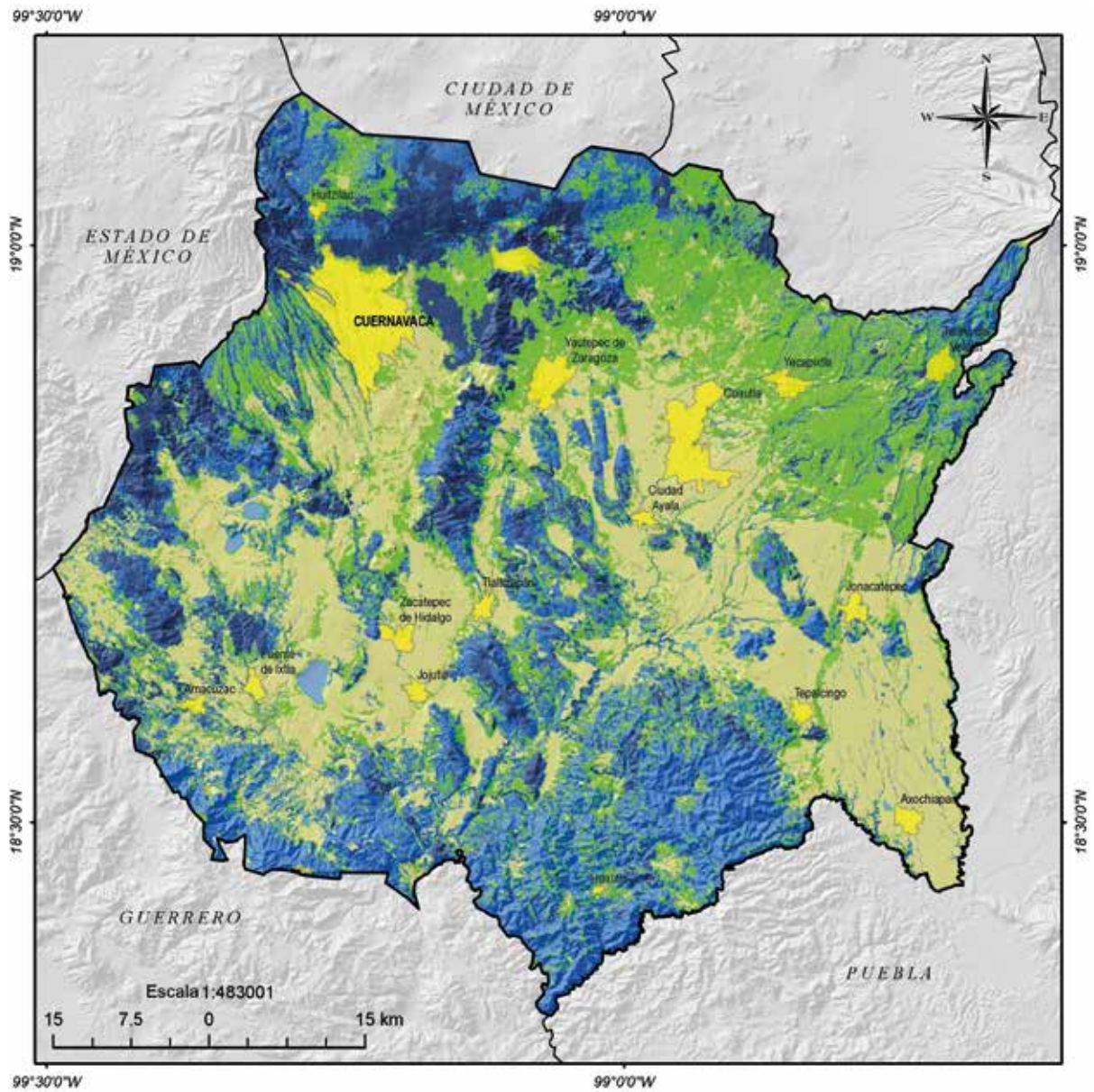
En este sentido, las áreas potenciales de mayor relevancia de Zempoala, Sierra del Chichinautzin, Altos de Morelos, El Texcal, Sierra de Monte Negro y Cerro Frío se encuentran prácticamente en su totalidad al interior de las ANP. Sucede lo contrario en Sierra de Huautla, que tiene más de 60% de su superficie al interior del ANP, y el área del Popocatepetl poco menos de 50%.

En general, las áreas restantes se encuentran fuera de las ANP y se deberán considerar dentro de alguna nueva estrategia que garantice su protección. Las áreas de las Sierras de Occidente y Los Hoyancos son de particular relevancia, debido a que además de funcionar como el principal corredor biológico entre la zona norte y sur del estado, en conjunto con el Glacis de Buenavista y la Sierra de Amacuzac, son las zonas de mayor diversidad biológica, de acuerdo con el análisis de riqueza potencial de especies junto con El Texcal. Adicionalmente, las áreas potenciales Sierras de Occidente, El Texcal y Sierra del Chichinautzin son las que cuentan con mayor presencia potencial de especies endémicas o sujetas a conservación en la NOM-059 (SEMARNAT 2010).

Conclusiones y recomendaciones

Aunque cada una de las áreas propuestas presenta cierto potencial para la conservación, éste se encuentra diferenciado debido a las características ambientales de cada una. De esta forma, pudieran considerarse las áreas de mayor potencial desde la perspectiva de la diversidad biológica El Texcal, las Sierras de Occidente y los Hoyancos. Sin embargo, si se considera el servicio ecosistémico de la recarga del acuífero como el principal objetivo de conservación, las áreas de mayor relevancia entonces serían la Sierra del Chichinautzin y Zempoala. Asimismo, si se buscara únicamente conservar la mayor superficie posible de macizos forestales continuos, la Sierra de Huautla sería el área de mayor potencial.

El modelo propuesto para la determinación de las áreas prioritarias podrá robustecerse a partir de la utilización de nueva información más detallada y actualizada, o nuevos parámetros que no se consideraron. Dicho modelo constituye una base sustentada metodológicamente para la definición de las prioridades de conservación que deberán de tomarse en cuenta por las diferentes dependencias ambientales.



SIMBOLOGÍA

- | | | |
|---|---|--|
| Límites administrativos | Rasgos hidrológicos | Áreas prioritarias para la conservación |
| <ul style="list-style-type: none"> Morelos Límites estatales Principales áreas urbanas por región ecológica | <ul style="list-style-type: none"> Cuerpo de agua | <ul style="list-style-type: none"> Prioridad Alta Moderada Baja Nula |

Figura 5. Áreas prioritarias para la conservación. Las áreas en color azul representan las zonas con mayor prioridad de conservación y las áreas en color amarillo representan zonas sin prioridad. Fuente: elaboración propia.

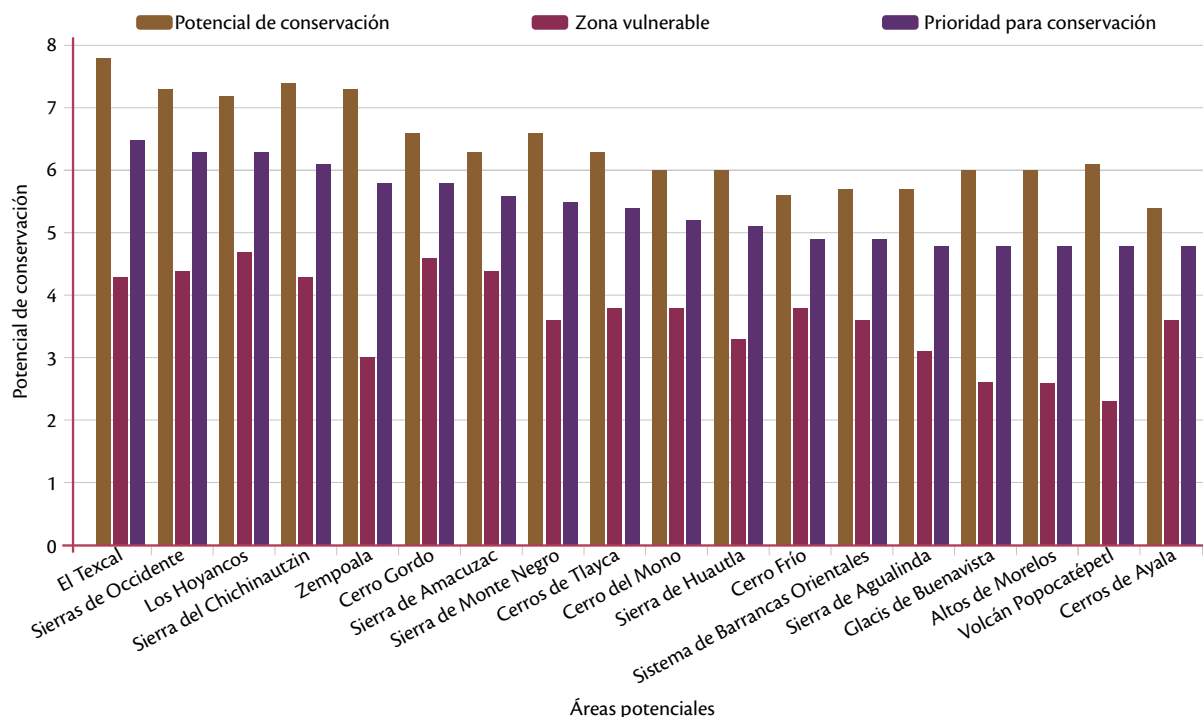


Figura 6. Valores de potencial, vulnerabilidad y prioridad para la conservación de cada una de las 18 áreas potenciales de mayor relevancia. Fuente: elaboración propia.

Las 104 112 ha propuestas que se encuentran actualmente fuera de los decretos de ANP deberán considerarse para formulación de nuevos instrumentos que favorezcan su preservación. Uno de éstos podría ser el decreto de nuevas áreas protegidas federales, estatales, municipales o inclusive comunitarias. Si se lograra la preservación a largo plazo de las 18 áreas propuestas en el presente estudio, se preservaría prácticamente la totalidad de la diversidad biológica estatal y la gran mayoría de las especies endémicas o en riesgo, así como 85% de la cobertura de vegetación forestal, la representatividad de todos los ecosistemas y hábitats particulares, 50% de la capacidad de recarga de los acuíferos y 60% de la capacidad de captura de carbono.

Todas estas cualidades, podrían además incrementarse en caso de instrumentar acciones de restauración en las zonas degradadas de cada una de las áreas propuestas. Cabe señalar que, en caso de no desarrollar acciones urgentes para conservar las áreas potenciales para la conservación propuestas, a mediano plazo (20 años) se estima que, se podrían perder aquellas áreas con alta vulnerabilidad a procesos de degradación o cambio de

uso del suelo, que comprenden 37 800 ha del total de las áreas delimitadas.

Referencias

Arriaga, C.L., V. Aguilar y J. M. Espinoza. 2009. Regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*, vol. II. CONABIO, México, pp. 433-457.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar et al. 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. En: <<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tacerca.html>>, última consulta: 12 de marzo de 2018.

Benegas, L. y J. León. 2009. *Criterios para priorizar áreas de intervención en cuencas hidrográficas: la experiencia del programa Focuenas II*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.

Borouhaki, S. y J. Malczewski. 2008. Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ARCGIS. *Computers and Geosciences* 34:399-410.

- Ceballos, G., E. Díaz, H. Espinosa *et al.* 2009. Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*, vol. II. CONABIO, México, pp. 575-600.
- Galindo, G., D. Marcelo, N.R. Bernal *et al.* 2009. *Planificación ecorregional para la conservación de la biodiversidad en el Caribe Continental Colombiano*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt/Agencia Nacional de Hidrocarburos/The Nature Conservancy/Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Colombia.
- Gómez, B.E. y R. De Groot. 2007. Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas* 16(3):4-14.
- Harris, N.L., S. Petrova, F. Stolle y S. Brown. 2008. Identifying optimal areas for REDD intervention: East Kalimantan, Indonesia as a case study. *Environmental Research Letters* 3(3):035006.
- Koleff, P., M. Tambutti, I.J. March *et al.* 2009. Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*, vol. II. CONABIO, México, pp. 651-718.
- Langhammer, P.F., M.I. Bakarr, L.A. Bennun *et al.* 2007. *Identification and gap analysis of key biodiversity areas: targets for comprehensive protected area systems*. UICN, Suiza.
- Razola, I., J.M. Rey, E. De la Montaña *et al.* 2006. Selección de áreas relevantes para la conservación de la biodiversidad. *Ecosistemas* 15(2):34-41.
- Saaty, T.L. 2008. *Decision making for leaders: the analytic hierarchy process for decisions in a complex world*. University of Pittsburgh, Estados Unidos de América.
- Sánchez, C.V., P. Iloldi, M. Linaje *et al.* 2008. ¿Por qué hay un costo en posponer la conservación de la diversidad biológica en México? *Biodiversitas* 76:7-12.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

El humedal Laguna de Hueyapan, proveedora del recurso hídrico

Liliana González Flores

Introducción

Los humedales se definen, por la Convención sobre los Humedales Ramsar, como “extensiones de marismas, pantanos y tubernas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanente o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de 6 m, así como humedales artificiales tales como estanques de tratamiento de aguas residuales y embalses” (Ramsar 2006: 7). Dicha convención, es un tratado intergubernamental cuya misión es la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales, y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo (Ramsar 2006). Para 2017, el total de naciones adheridas fue de 169 con 2 261 sitios en la lista de humedales de importancia internacional (Ramsar 2017).

Los humedales son indispensables para la supervivencia humana, proveen servicios ecosistémicos como el suministro de agua y alimentos, el control de crecidas de las aguas por eventos meteorológicos y la recarga de aguas subterráneas, entre otros. En general, son uno de los entornos más productivos del mundo, y son hábitats de diversidad biológica y productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir (Ramsar 2006).

Sitio de estudio

En el área natural protegida Parque Estatal El Texcal, ubicada en tierras comunales de Tejalpa, municipio

de Jiutepec, se encuentra un humedal conocido como laguna de Hueyapan (figura 1), el cual fue declarado sitio Ramsar en 2010 (Ramsar 2010).

El humedal tiene una superficie de 0.9 ha, y el nivel de aguas máximas ordinarias tiene una altitud de 1 379.32 msnm. El cuerpo de agua es el afloramiento de un río subterráneo (CONAGUA 2012), que conforma un humedal de tipo filtrante con influencia del Eje Neovolcánico Transversal, en su parte alta al norte, y de la cuenca del Balsas en su región más baja al centro y sur de la entidad (Rivas 2008).

A pesar de su reducido tamaño juega un papel muy importante en la zona, por las siguientes razones: 1) es un reservorio de agua para la vida silvestre; 2) es el hábitat de especies de plantas acuáticas, de aves como el pato de collar mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*, figura 2), considerada una subespecie endémica de México y en categoría de riesgo (SEMARNAT 2010); 3) presenta la mayor población del pez carpita morelense (*Notropis boucardi*), que es endémica de la entidad y está en peligro de extinción (Contreras-MacBeath y Rivas 2007, SEMARNAT 2010, Chino 2012, Rosas 2013).

La laguna de Hueyapan provee servicios ambientales de gran importancia para la región, uno de ellos es la provisión de agua potable para diversas colonias. En este cuerpo de agua se encuentran ubicadas cuatro bombas que extraen agua (de manera irregular) para abastecer a las colonias de La Joya, Independencia, Álvaro Leonel, Amador Salazar, Las Tetillas y José López Portillo del municipio de Yautepec y a las colonias Centro, Paraíso, Las Flores, Insurgentes, El Zapote, India Bonita y Lomas de Tlahuapan del municipio de Jiutepec, con un total de 7 880 tomas de agua (sin contar las tomas clandestinas y derivaciones; González-Flores 2012). Se estima



Figura 1. El humedal de la Laguna de Hueyapan provee diversos servicios ambientales, uno de los principales, es la provisión de agua potable y es hábitat de diversas especies de fauna y de plantas acuáticas. Foto: Topiltzin Contreras-MacBeath.



Figura 2. Pato de collar mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*), considerada subespecie endémica de México. Foto: Gerardo Aguilar Anzures.

que se extrae un volumen aproximado de 3 023 295 m³ de agua al año, de acuerdo con los volúmenes por día que extrae cada bomba (González-Flores 2012).

Problemática del sitio

La laguna de Hueyapan se encuentra amenazada principalmente por: 1) la creciente demanda hídrica como consecuencia del acelerado crecimiento demográfico y del inadecuado manejo de las bombas mencionadas, debido a que no existe regulación ni concesión de las extracciones; y 2) la participación del municipio, así como de los gobiernos estatal y federal es escasa en cuanto a la gestión del agua de la zona (Rivas 2008).

El humedal se encuentra invadido por diversas especies exóticas de hierbas y pastos, en especial por la especie exótica invasora de planta acuática conocida como elodea (*Egeria densa*), lo cual ha ocasionado que el espejo de agua se vea afectado por la proliferación de esta. Aunado a esto, dicha planta no permite el crecimiento de especies acuáticas nativas como: algas (*Potamogeton pusillos* y *P. illinoensis*), ranúnculo acuático (*Ranunculus trichophyllus*) y junco (*Schoenoplectus californicus*; Bonilla 2014).

La gente de la comunidad de Tejalpa ha detectado, que el volumen de agua de la superficie ha disminuido a través del tiempo (Zagal 2012). Sin embargo, no se cuenta con datos históricos de la hidrología del sitio que pudieran confirmar esta observación.

Como resultado de lo anterior, así como de una serie de talleres de capacitación sobre el manejo del manantial, los comuneros de Tejalpa manifestaron la necesidad de un compromiso hacia la conservación de este sitio por parte de usufructuarios del agua (González-Flores 2012).

Estrategia de manejo en marcha

A partir de 2012, se inicia una serie de reuniones y talleres para generar acuerdos en torno a la gestión del agua en el humedal de Hueyapan, que resultó en la realización de un foro para la gestión del agua, un recorrido en la laguna por parte de los operadores para la identificación de infraestructura obsoleta dentro del humedal, y una jordana de limpieza para el control de la planta invasiva elodea (González-Flores 2012).

Dichas actividades fueron el resultado de una estrategia que incluyó la capacitación y participación

continua en los procesos de planeación con la activa participación de los actores clave (sistemas operadores y sus usuarios, los comuneros, autoridades ambientales y de la UAEM) relacionados a la gestión del agua del humedal de Hueyapan (González-Flores 2012). En 2016 se retomaron las jornadas de limpieza y control de la planta invasora elodea (Robles 2017).

Conclusiones y recomendaciones

La participación en las actividades relacionadas con el manejo del manantial por parte de los actores clave, demostró la voluntad que existe para lograr la restauración y el manejo sustentable del mismo. Con ello se apoya la conservación de la biodiversidad y se mantienen los servicios ambientales (principalmente hidrológicos) que éste provee.

Además, estos resultados permiten pensar que la estrategia de construcción de acuerdos a través de la capacitación y participación continua en los procesos de planeación es importante, lo cual se debe a que todos los actores participaron en las actividades propuestas por ellos mismos.

Es importante considerar, que para lograr la continuidad de los acuerdos a largo plazo es necesario formalizarlos a través de convenios. En dichos instrumentos, todos los actores involucrados se deben comprometer a respetar y cumplir las normas básicas construidas por ellos mismos, para alcanzar los objetivos y las metas trazadas. Esta situación permite hacer alusión a los principios de diseño de Ostrom (2009), quien propone que deben existir reglas y límites claramente definidos para lograr un compromiso de largo plazo.

A pesar de que se reanudaron los trabajos de erradicación de la elodea, es necesario que se lleve a cabo un estudio limnológico para entender el funcionamiento del humedal y de esta manera poder hacer intervenciones para su correcto manejo (Moreno-Mateos *et al.* 2012, Moreno-Mateos 2014). Asimismo, se considera necesario obtener datos precisos que permitan cuantificar el volumen de agua que puede ser extraída sin poner en riesgo el equilibrio hídrico del cuerpo de agua, así como conservar el hábitat de especies de gran importancia por su restringida distribución como lo es la carpita morelense y diversas aves migratorias, además de plantas acuáticas.

Referencias

- Bonilla, J. 2014. Profesor investigador del Centro en Investigaciones Biológicas-UAEM. Comunicación personal, febrero.
- Chino, I. 2012. *Evaluación de la situación de Notropis boucardi (cyprinidae) con referencia a los criterios de la lista roja de la uicn*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2012. *Delimitación de la zona federal del Humedal Laguna de Hueyapan*. N° de plano: OCBDSAS-07.
- Contreras-MacBeath, T. y J.M. Rivas. 2007. Threatened fishes of the world: *Notropis boucardi* (Günther 1868) (Cyprinidae). *Environmental Biology of Fishes* 78:287-288.
- González-Flores, L. 2012. *Construcción de acuerdos sociales en torno a la gestión del agua en la microcuenca Jiutepec, Morelos*. Tesis de maestría en gestión integrada de cuencas. Facultad de Ciencias Naturales-UAQ, Querétaro.
- Moreno-Mateos, D. 2014. *Restauración de humedales continentales. Lección 3.2*. Diplomado en línea: Restauración de ecosistemas y servicios ambientales, edición 2014. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas/Instituto de Ecología, A.C./El Colegio de la Frontera Sur, México.
- Moreno-Mateos, D., M.E. Power, F.A. Comin y R. Yockteng. 2012. Structural and functional loss of restored wetland ecosystems. *PLOS Biology* 10:e1001247.
- Ostrom, E. 2009. *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. UNAM/Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias/FCE, México.
- Ramsar. Secretaría de la Convención de Ramsar. 2006. *Manual de la Convención de Ramsar: guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)*. Secretaría de la Convención de Ramsar, Suiza.
- . 2010. *Constancia de designación de Sitio Ramsar*. En: <http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/cert_ramsar/1933.pdf>, última consulta: 15 de marzo del 2017.
- . 2017. *Página oficial Ramsar 2017*. En: <<http://www.ramsar.org/es>>, última consulta: 15 de marzo del 2017.
- Rivas, M. 2008. *Contribución a la conservación de Notropis boucardi a través del manejo integral de la microcuenca Jiutepec en el estado de Morelos*. Tesis de maestría en gestión integrada de cuencas. Facultad de Ciencias Naturales-UAQ, Querétaro.
- Robles, C. 2017. Director del área natural protegida El Texcal, sds. Comunicación personal, enero.
- Rosas, C.D. 2013. *Filogeografía y variación genética de las poblaciones de Notropis boucardi y Notropis moralesi del estado de Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- Zagal, A. 2012. Comunero de la Comunidad de Tejalpa. Comunicación personal, marzo.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estrategia para la conservación de especies prioritarias

Einar Topiltzin Contreras MacBeath, Liliana González Flores y Liliana Fuentes Vargas

Introducción

Uno de los problemas globales graves tiene que ver con la extinción masiva de especies, como consecuencia de las actividades humanas. Esto se le conoce como la sexta extinción, situación que pone en riesgo el futuro mismo de la especie humana.

El reconocimiento de este problema no es nuevo, Wallace (1863) alertó sobre la extinción de numerosas formas de vida a consecuencia de las actividades humanas. A partir de estos primeros escritos surgen estrategias de conservación por todo el mundo, incluyendo México. En específico, en el país éstas se generaron con base en los trabajos de Miguel Ángel de Quevedo a finales del siglo XIX y principios del XX (Simonian 1999).

Desde hace décadas, con las políticas públicas de carácter nacional dirigidas a la conservación de espacios naturales, Morelos es una de las entidades que se han beneficiado. En este sentido, la aplicación de dichas políticas inició con los primeros decretos de los parques nacionales Lagunas de Zempoala (1936) y El Tepozteco (1937). Esta tendencia se ha extendido a nuevas áreas hasta alcanzar a cubrir 23.88% del territorio estatal (véase *Áreas naturales protegidas* en esta obra).

En el gobierno federal, en los últimos años dichas políticas se consolidaron con la instauración de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), y en el gobierno estatal con la creación de la Dirección General de Áreas Naturales Protegidas. Ambas instancias cuentan con personal y financiamiento para atender cada una de las áreas naturales protegidas (ANP) decretadas.

Además de este esfuerzo, la Comisión Estatal de Biodiversidad de Morelos (COESBIO) ha formulado una estrategia para la conservación de especies. Dicho instrumento, carece de un enfoque de conservación de áreas

y de sus servicios ecosistémicos, fundamental para evidenciar la importancia que tiene la biodiversidad para la sociedad, lo cual se debe a que no necesariamente esto contribuye a la conservación de numerosas especies que las integran, a pesar de que muchas pueden ser esenciales para el funcionamiento del ecosistema (Gascón *et al.* 2015).

En este sentido, Dirzo *et al.* (2014) acuñaron el término defaunación (equivalente a deforestación), para hacer notar la pérdida de especies animales, sus poblaciones o la declinación local de poblaciones en áreas relativamente conservadas. De acuerdo con ellos, la situación anteriormente descrita tiene impactos negativos en el funcionamiento del ecosistema, al alterar procesos como la polinización, control de plagas, reciclaje de nutrientes, entre otras.

Para atender este tema, el país cuenta con el Programa de conservación de especies en riesgo (PROCER), que se enfoca en especies con riesgo de extinción en México, y es a partir de los programas de acción para la conservación de especies (PACE) que se les atiende (CONABIO 2018a). Existen PACE para 45 especies, y uno especial que busca conservar tiburones y rayas en ANP (CONANP 2017). Dicha cantidad resulta insuficiente, si se considera que en la actualidad existen 2 556 especies en alguna categoría de riesgo de la NOM-059 (SEMARNAT 2010), sin contar las 49 consideradas como extintas (CONABIO 2018b).

Con estas cifras, resalta el hecho de que se trata de una tarea titánica para el gobierno federal, pero que puede ser mucho menor con la intervención de los gobiernos locales, como lo describen Press *et al.* (1996) y Azerrad y Nilon (2006). Este enfoque tiene sentido, debido a que son los gobiernos locales quienes deciden sobre el uso actual y futuro del suelo, y que, al incorporar aspectos de conservación de biodiversidad, además de

conservar especies, podrían lograr lo que se llama crecimiento inteligente. Esto es, incorporar nuevas prácticas de planificación del uso del suelo que logren un equilibrio entre la infraestructura y la preservación de áreas de importancia ambiental y su biodiversidad (Daniels 2001, Underwood *et al.* 2011).

Estrategia estatal para la conservación de especies

Para tener un impacto efectivo, en el diseño de la estrategia para la conservación de especies se tomó como base el modelo descrito por Salafsky *et al.* (2002). En este sentido, en el primer paso se definieron los objetos de conservación que se refiere a las especies a conservar (figura 1).

Para ello, se tomó como base la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación de México (SEMARNAT 2014). Asimismo, se realizó un análisis con criterios similares para incluir especies de interés a escala local. Para ello, se utilizó lo descrito por Dunn *et al.* (1999), quienes hacen una clara distinción entre aquellas especies que son de interés para la conservación, de las que son una responsabilidad.

De tal forma, existen especies que su conservación es de interés a nivel global o nacional (como el jaguar), pero hay algunas otras resaltan a escalas locales. Por consiguiente, la responsabilidad de su conservación recae en los gobiernos locales.

Como resultado de este proceso, se definieron 13 especies prioritarias para la entidad (tres de plantas y 10 de animales); cinco son endémicas locales y ocho lo son

al país, pero con distribución en la entidad. Respecto al estado de conservación, una fue extirpada, mientras que ocho están en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT 2010), y cuatro se les considera como prioritarias a nivel nacional (cuadro 1, figura 2).

De acuerdo con el modelo de intervención (figura 1), como segundo paso se establecieron alianzas con especialistas en cada una de las especies con la finalidad de profundizar en el conocimiento de aspectos de su biología, así como en la identificación de amenazas, tanto directas como indirectas. De tal manera que, a partir de esta información se identificaran y priorizaran las acciones concretas que permitieran reducir su nivel de riesgo.

Por último, se espera contar con un plan de conservación para cada una de las especies. En este documento deberá de incluirse un plan operativo anual de acciones ligadas al trabajo de las áreas correspondientes de la Secretaría de Desarrollo Sustentable, así como una estrategia de monitoreo que pueda estar ligada a instituciones académicas, organizaciones de la sociedad civil y con la participación de habitantes de las áreas de influencia de las especies.

A continuación, se describe brevemente el avance para cada una de las especies, haciendo énfasis en su distribución en Morelos y las acciones para su conservación en la entidad.

Zapotillo (*Esenbeckia vazquezii*)

Ramos y Martínez (2013) describieron al zapotillo (*E. vazquezii*), una especie de árbol endémico de Morelos, no prioritario a nivel nacional. Este árbol de 15 m de al-

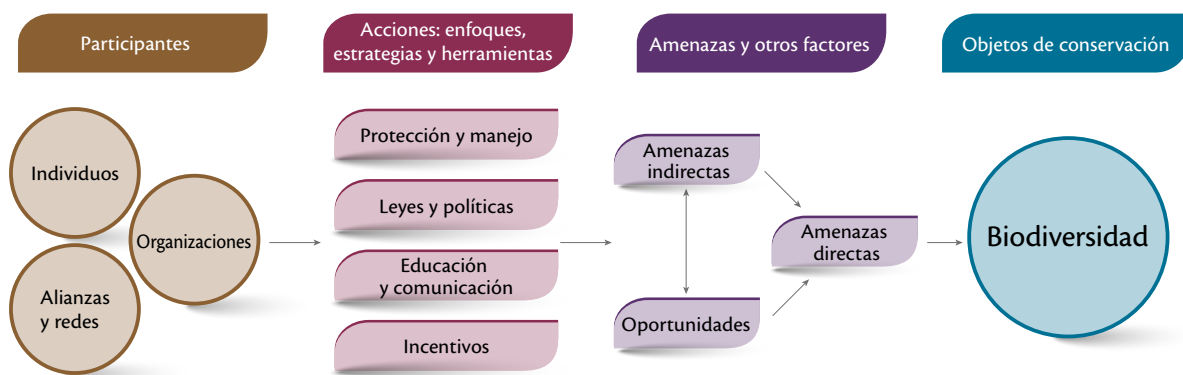


Figura 1. Modelo de intervención para la generación de una estrategia de conservación. Fuente: elaboración propia con datos de Salafsky *et al.* 2002.

Cuadro 1. Especies prioritarias para Morelos.

Nombre científico	Nombre común	Origen	Estatus en la NOM-059***
<i>Esenbeckia vazquezii</i>	Zapotillo	Endémica	
<i>Tillandsia religiosa</i>	Gallitos	Endémica	
<i>Mammillaria knippeliana</i>	Biznaga de Knippel	Endémica	Pr
<i>Nephritica poeyana</i>	Almeja de río	Nativa	
<i>Pseudothelphusa dugesi</i>	Cangrejito barranqueño	Endémica	Pr
<i>Notropis sallaei</i>	Carpita azteca	Nativa	
<i>N. boucardi</i>	Carpita morelense	Endémica	A
<i>Poeciliopsis balsas*</i>	Repotete	Nativa	
<i>Pseudoeuerycea altamontana</i>	Tlaconete morelense	Nativa	Pr
<i>Ambystoma altamirani**</i>	Ajolote de Zempoala	Nativa	A
<i>Crotalus transversus**</i>	Cascabel de bandas cruzadas	Nativa	P
<i>Xenospiza baileyi**</i>	Gorrión serrano	Nativa	P
<i>Romerolagus diazi**</i>	Zacatuche o teporingo	Nativa	P

*Extirpada. **Especie prioritaria nacional. ***NOM-059: en peligro de extinción (P); amenazada (A); y sujeta a protección especial (Pr). Fuente: elaboración propia con datos de SEMARNAT 2010, 2014.

tura, perteneciente a la familia Rutaceae, se distribuye en el Parque Estatal El Texcal en el municipio de Jiutepec.

Gracias a un financiamiento internacional de la Mohamed Bin Zayed Species Conservation Fund y del Gobierno del Estado de Morelos se tiene información de la población ubicada en El Texcal (Bin Zayed Species Conservation Fund 2014, sds 2017).

Se encontraron únicamente 69 ejemplares, distribuidos en un área de 3 ha, situación que lo hace muy vulnerable debido a la destrucción de su hábitat a causa del crecimiento urbano (sds 2017). Las principales acciones de conservación son: 1) la identificación y marcaje de cada ejemplar conocido; 2) su vigilancia y protección; 3) la recolección de semillas y germinación para reforestación; y 4) el desarrollo de acciones de capacitación y divulgación (sds 2017).

Participan en su conservación el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), la Comisión Estatal de Biodiversidad de Morelos (COESBIO), la dirección del ANP Parque Estatal El Texcal y comuneros de Tejalpa.

Gallitos (*Tillandsia religiosa*)

Fue descrita por Hernández-Cárdenas *et al.* (2014) y es una especie endémica de Morelos, pero no prioritaria a nivel nacional. Es una bromelia que se distribuye en algunos municipios del norte del estado, que crece en acan-

tilados o paredes verticales y que florece de diciembre a marzo, y se utiliza para adornar nacimientos en navidad (Hernández-Cárdenas *et al.* 2014). Su sobreexplotación para este fin representa un riesgo.

Por el momento, no existen acciones concretas para su conservación. Sin embargo, el Laboratorio de Sistemática y Morfología de la Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM realiza trabajos de investigación sobre la especie.

Biznaga de Knippel (*Mammillaria knippeliana*)

Es una especie de cactácea endémica del estado, no prioritaria a nivel nacional y se encuentra como sujeta a protección especial (SEMARNAT 2010). Se distribuye en las barrancas de Temixco y Cuernavaca, donde forma grandes colonias. Es una especie muy atractiva para el comercio ornamental, por lo que su saqueo representa un riesgo (Flores-Castorena 2017).

Actualmente, se desarrollan estudios para conocer su distribución y evaluar sus poblaciones. A partir de los resultados, se pretende definir acciones para su protección y manejo. Participan en su conservación el Centro de Investigaciones Biológicas-UAEM y la COESBIO. Cabe señalar, que las investigaciones han recibido financiamiento del gobierno del estado y de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).



Figura 2. Especies prioritarias para Morelos: a) zapotillo (*Esenbeckia vazquezii*); b) biznaga de Knippel (*Mammillaria knippeliana*); c) gallitos (*Tillandsia religiosa*); d) cangrejito barranqueño (*Pseudothelphusa dugesi*); e) carpita azteca (*Notropis sallaei*); y f) carpita de Morelos (*Notropis boucardi*). Fotos: Topiltzin Contreras-MacBeath (a, b, d, f), Rosa Cerros Tlatilpa y Mario Adolfo Espejo (c), Juan Miguel Artigas Azas (e).



Figura 2. Continuación. g) repotete (*Poeciliopsis balsas*); h) cascabel de bandas cruzadas (*Crotalus transversus*); i) ajolote de Zempoala (*Ambystoma altamirani*); j) gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*); k) zacatuche (*Romerolagus diazi*); y l) tlaconete morelense (*Pseudoeurycea altamontana*). Fotos: Juan Miguel Artigas Azas (g), Juan Antonio Reynoso Morán (h, i, l), Miguel Ángel Sicilia Manzo (j), Eduardo Lugo/Banco de imágenes CONABIO (k).

Almeja de río (*Nephrítica poeyana*)

Es una especie nativa de Morelos y no prioritaria a nivel nacional. Esta almeja es poco conocida, tiene algunas poblaciones en el río Amacuzac.

A pesar de ser poco abundante, se consume por pescadores locales (Romero 1991). Se encuentra en proceso un estudio por parte de la Secretaría de Desarrollo Sustentable para conocer más acerca de su situación. Por el momento no existen acciones concretas para su conservación.

Cangrejito barranqueño (*Pseudothelphusa dugesi*)

Es una especie endémica de Morelos, y se considera no prioritaria a nivel nacional. Sin embargo, se encuentra en la categoría sujeta a protección especial (SEMARNAT 2010). Se distribuye únicamente en algunos pequeños manantiales de Cuernavaca. Entre sus amenazas se encuentran la contaminación del hábitat por efluentes urbanos y su depredación por especies invasoras como truchas y carpas.

A través de la UAEM se desarrolla el proyecto de maestría *Estrategia de conservación para Pseudothelphusa dugesi* para conocer más acerca de su historia de vida y su distribución (Viveros 2018).

Entre las acciones implementadas para su conservación, está la eliminación de especies invasoras de sitios donde habita, principalmente en el Parque Estatal Urbano Barranca de Chapultepec. Además, se espera que el programa integral de saneamiento de las barrancas de Cuernavaca (CEAGUA 2017) tenga un impacto positivo sobre sus poblaciones.

Participan en su conservación el Centro de Investigaciones Biológicas-UAEM, la dirección del Parque Estatal Urbano Barranca de Chapultepec y la COESBIO. Por parte de Mohamed Bin Zayed Species Conservation Fund y del Gobierno del Estado de Morelos esta especie ha recibido financiamiento (Bin Zayed Species Conservation Fund 2018).

Carpita azteca (*Notropis sallaei*)

Es una especie nativa de Morelos y no prioritaria a nivel nacional. Se trata de un pequeño pez de afinidad lermen-

se, que se distribuye únicamente en el lago de Tonatiagua dentro del Parque Nacional Lagunas de Zempoala.

Su población es muy reducida, debido a la depredación por especies invasoras como las truchas. Se han iniciado las gestiones con la CONANP para definir acciones concretas para su conservación, relacionadas principalmente al control de especies exóticas invasoras.

Carpita morelense (*Notropis boucardi*)

Es una especie emblemática y endémica para la entidad, no prioritaria a nivel nacional y con categoría amenazada (SEMARNAT 2010). Se distribuye únicamente en algunos arroyos de Cuernavaca y en la laguna de Hueyapan del Parque Estatal El Texcal, en Jiutepec. Esta especie se encuentra amenazada por la contaminación del hábitat por efluentes urbanos y su depredación por especies invasoras como truchas y carpas (Contreras-MacBeath 2016).

Se cuenta con un programa de conservación definido, e inclusive se estableció una nueva población en el Parque Estatal Urbano Barranca de Chapultepec (véase *La creación de un santuario para la carpita morelense (Notropis boucardi)* en esta obra).

Participan en su conservación el Centro de Investigaciones Biológicas-UAEM, las direcciones de los parques estatales Barranca de Chapultepec y El Texcal, la COESBIO y los comuneros de Tejalpa. Asimismo, se ha recibido financiamiento internacional del Mohamed Bin Zayed Species Conservation Fund (Bin Zayed Species Conservation Fund 2010) y del Gobierno del Estado de Morelos.

Repotete (*Poeciliopsis balsas*)

Es una especie nativa de Morelos, no prioritaria a nivel nacional, y extirpada de la entidad. Se trata de un pequeño pez vivíparo que hasta 1985 todavía existía en Morelos, en el manantial Las Pilas, en Joncatepec, pero que desapareció cuando a éste lo convirtieron en alberca.

Actualmente, se está trabajando en una estrategia de reintroducción en un manantial protegido y libre de posibles depredadores. Por el momento, no existen acciones concretas para su conservación y no se cuenta con financiamiento.

Tlaconete morelense (*Pseudoeurycea altamontana*)

Esta salamandra es nativa de Morelos, se considera no prioritaria a nivel nacional, y está dentro de la categoría sujeta a protección especial (SEMARNAT 2010). Se distribuye en el norte de Morelos, principalmente en el municipio de Huitzilac y el Parque Nacional Lagunas de Zempoala (Castro-Franco *et al.* 2006). Por su endemismo a una zona particular de bosque de pino-encino en el Eje Neovolcánico Transversal, es una especie prioritaria para su conservación (UICN 2016).

Actualmente, se desarrollan estudios para conocer su distribución e identificar amenazas. Participan en su conservación la CONABIO y la COESBIO y ha recibido fondos del Gobierno del Estado de Morelos.

Ajolote de Zempoala (*Ambystoma altamirani*)

Es una especie nativa de Morelos, prioritaria a nivel nacional, y tiene la categoría amenazada (SEMARNAT 2010). Se distribuye únicamente en las aguas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Actualmente, se desarrollan estudios para conocer su distribución, evaluar sus poblaciones y amenazas, y a partir de éstos definir acciones para su protección y manejo.

Participan en su conservación el Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación-UAEM, la CONANP y la COESBIO. En 2018 recibió un fondo del Programa de recuperación y repoblación de especies en riesgo (PROCER; CONANP 2018a).

Cascabel de bandas cruzadas (*Crotalus transversus*)

Es una especie nativa de Morelos, prioritaria a nivel nacional, en la categoría en peligro de extinción (SEMARNAT 2010). Recientemente, a través de la CONABIO y la COESBIO se desarrollan estudios para conocer su distribución y amenazas, y a partir de éstos definir acciones para su protección y manejo.

Gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*)

Ave nativa de Morelos, prioritaria a nivel nacional, y de acuerdo con la NOM-059 está en peligro de extinción

(SEMARNAT 2010). Su distribución en el estado se limita a una pequeña zona de Coajomulco, municipio de Huitzilac. Actualmente, se desarrollan estudios para conocer su distribución, evaluar sus poblaciones y amenazas, y a partir de éstos definir acciones para su protección y manejo.

Participan para la conservación de esta especie la CONABIO y la CONANP. Para 2018, recibió financiamiento a través del Programa de conservación para el desarrollo sostenible (PROCODES; CONANP 2018b).

Zacatucho (*Romerolagus diazi*)

Conocido también como teporingo o conejo de los volcanes, es una especie nativa de Morelos, prioritaria a nivel nacional, y dentro de la categoría en peligro de extinción (SEMARNAT 2010). Se distribuye en las zonas de zacatonal al norte del estado. Sus principales amenazas se asocian al cambio de uso del suelo para fomentar las actividades agropecuarias, la depredación por parte de perros ferales (naturalizados de origen doméstico), y en algunas zonas los ejemplares están sujetos a cacería ilegal.

Esta especie cuenta con un Programa de acción para la conservación de especies (PACE). Sin embargo, se requiere implementar un mayor número de acciones concretas para su conservación.

Participan en su conservación la Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, la CONANP, el Gobierno de la Ciudad de México y la COESBIO. Para su protección, se ha contado con el financiamiento de la CONANP, el Gobierno de la Ciudad de México y del Gobierno del Estado de Morelos.

Conclusiones y recomendaciones

Se considera un paso importante el que se haya iniciado una estrategia estatal que ponga atención a la conservación de especies prioritarias de Morelos. Aunque muchos de los proyectos descritos en este capítulo se encuentran aún en proceso, casos como el de la carpita morelense (Contreras-MacBeath *et al.* 2016) demuestran que, para algunas especies, con pocos recursos se pueden tener resultados significativos; especialmente, cuando por lo regular existen pocos recursos económicos para proyectos de conservación (Brooks *et al.* 2006, Game *et al.* 2013).

Trece especies prioritarias para Morelos pueden parecer pocas, sobre todo si se considera que tan sólo de invertebrados se cuenta con 5 188 especies. Sin embar-

go, el iniciar proyectos para proteger a estas especies es una contribución muy importante, si se considera que sólo existen PACE para poco más de 45 especies en todo el país. En este sentido, es necesario realizar un mayor esfuerzo para integrar especies de hongos y de un mayor número de invertebrados.

Cabe mencionar, la importancia de los aportes hechos por profesores y estudiantes de instituciones académicas a cada una de las propuestas, pero se considera necesario incrementar el número de acciones para atender más especies prioritarias. El reto es generar interés entre los especialistas para realizar información básica, y así tener la posibilidad de generar propuestas para implementar acciones a través de la COESBIO.

Referencias

- Azerrad, J.M. y C.H. Nilon. 2006. An evaluation of agency conservation guidelines to better address planning efforts by local government. *Landscape and Urban Planning* 77(3):255-262.
- Bin Zayed Species Conservation Fund. 2010. *Case study: Carpita de Morelos (Notropis boucardi)*. En: <<https://www.speciesconservation.org/case-studies-projects/carpita-de-morelos/634>>, última consulta: 10 de abril de 2018.
- . 2014. *Supported projects. Conservation of Esenbeckia vazquezii (Rutaceae) in El Texcal, Cuernavaca, Morelos, México*. En: <https://www.speciesconservation.org/case-studies-projects/index.php?order=ScientificName&filter_amount_all_projects=&filter_iucn_all_projects=&filter_continent_all_projects=4&LocationCountry=206&filter_species_all_projects=&GrantYear=&GrantMonth=&pagesize=10&submit=Submit&pageID=2>, última consulta: 10 de abril de 2018.
- . 2018. *Supported projects. Development of a conservation strategy for the cagrejito barranqueño a mexican critically endangered freshwater crab*. En: <https://www.speciesconservation.org/case-studies-projects/index.php?order=GrantAcceptanceDateDESC&filter_amount_all_projects=&filter_iucn_all_projects=&filter_continent_all_projects=4&LocationCountry=206&filter_species_all_projects=&GrantYear=&GrantMonth=&pagesize=10&submit=Submit>, última consulta: 6 de junio de 2018.
- Brooks, T.M., R.A. Mittermeier, G.A. da Fonseca et al. 2006. Global biodiversity conservation priorities. *Science* 313(5783):58-61.
- Castro-Franco, R., G. Vergara, M.G. Bustos et al. Diversidad y distribución de anfibios del estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana* 22(1):103-117.
- CEAGUA. Comisión Estatal del Agua. 2017. *Estadísticas del agua en el estado de Morelos 2017*. Gobierno del Estado de Morelos. En: <http://ceagua.morelos.gob.mx/sites/ceagua/files/eda2017-baja_11.pdf>, última consulta: 4 de enero de 2018.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2018a. *Programa de conservación de especies en riesgo (PROCER)*. En: <<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/espPrioritaria.html#Procer>>, última consulta: 4 de enero de 2018.
- . 2018b. *Especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010*. En: <<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/catRiesMexico.html>>, última consulta: 4 de enero de 2018.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2017. *Programas de acción para la conservación de especies (PACE)*. En: <<https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/programas-de-accion-para-la-conservacion-de-especies-pace-123484>>, última consulta: 4 de enero de 2018.
- . 2018a. *Lineamientos para la ejecución del Programa de recuperación y repoblación de especies en riesgo (PROCER) del componente de conservación de especies en riesgo*. CONANP, México (inédito).
- . 2018b. *Reglas de operación del Programa de conservación para el desarrollo sostenible (PROCODS), para el ejercicio fiscal 2018*. CONANP, México (inédito).
- Contreras-MacBeath, T., H. Mejía, M. Rivas et al. 2016. Re-introduction of the Morelos minnow in the "Barranca de Chapultepec" protected area, Cuernavaca, Morelos, Mexico. En: *Global re-introduction perspectives: 2016. Case-studies from around the globe*. P.S. Soorae (ed.). IUCN/SSC Reintroduction Specialist Group/Environment Agency-Abu Dhabi, Suiza, pp. 25-29.
- Daniels, T.L. 2001. Smart growth: a new American approach to regional planning. *Planning Practice and Research* 3(4):271-281.
- Dirzo, R., H.S. Young, M. Galetti et al. 2014. Defaunation in the anthropocene. *Science* 345(6195):401-406.
- Dunn, E.H., D.J.T. Hurrell y D.A. Welsh. 1999. Priority-setting tool applied to Canada's landbirds based on concern and responsibility for species. *Conservation Biology* 13:1404-1415.
- Flores-Castorena, A. 2017. Profesor-Investigador, especialista en botánica del Centro de Investigación Biológicas-UAEM. Comunicación personal, noviembre.
- Game, E.T., P. Kareiva y H.P. Possingham. 2013. Six common mistakes in conservation priority setting. *Conservation Biology* 27(3):480-485.
- Gascón, C., T.M. Brooks, T. Contreras-MacBeath et al. 2015. The importance and benefits of species. *Current Biology* 25(10):431-438.
- Hernández-Cárdenas, R., E. González-Rocha, A. Espejo-Serna et al. 2014. *Tillandsia religiosa*, a new species from the state of Morelos, México. *Phytotaxa* 184(1):53-57.

- Press, D., D.F. Doak y P. Steinberg. 1996. The role of local government in the conservation of rare species. *Conservation Biology* 10(6):1538-1548.
- Ramos, C. y E. Martínez. 2013. Una nueva especie del género *Esenbeckia* (Rutaceae) en México. *Acta Botanica Hungarica* 55(3-4):393-396.
- Romero, E. 1991. *Contribución al estudio de la almeja de agua dulce presente en el río Amacuzac*. Proyecto de investigación para titulación por conocimientos. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM (inédito).
- Salafsky, N., R. Margoluis, K.H. Redford y J.G. Robinson. 2002. Improving the practice of conservation: a conceptual framework and research agenda for conservation science. *Conservation Biology* 16:1469-1479.
- SDS. Secretaría de Desarrollo Sustentable. 2017. *Reporte del Proyecto de Conservación para la especie Esenbeckia vazquezii*. SDS, México (inédito).
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- . 2014. *Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación*. Publicado el 5 de marzo de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- Simonian, L. 1999. *La defensa de la tierra del jaguar. Una historia de la conservación en México*. SEMARNAP/CONABIO/Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables, México.
- UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2016. *Pseudoerycea altamontana*. *The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2017.3*. En: <<http://www.iucnredlist.org/details/59366/0>>, última consulta: 24 de abril de 2018.
- Underwood, J.G., J. Francis y L.R. Gerber. 2011. Incorporating biodiversity conservation and recreational wildlife values into smart growth land use planning. *Landscape and Urban Planning* 100(1-2):136-143.
- Viveros, D. 2018. *Estrategia de conservación para Pseudothelphusa dugesi*. Tesis de maestría en manejo de recursos naturales. Centro de Investigaciones Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Wallace, A.R. 1863. On the physical geography of the Malay Archipelago. *Journal of the Royal Geographical Society of London* 33:217-234.

La creación de un santuario para la carpita morelense (*Notropis boucardi*)

Einar Topiltzin Contreras MacBeath

La carpita morelense (*Notropis boucardi*) es un pequeño pez de la familia Cyprinidae (carpas) que se distribuye en el sistema de barrancas localizado al poniente de la ciudad de Cuernavaca, así como en un manantial endorreico conocido como la laguna de Hueyapan, ubicado en el municipio de Jiutepec dentro del área natural protegida (ANP) estatal El Texcal (Contreras-MacBeath y Rivas 2007).

Se trata de una especie considerada en riesgo, por parte de la autoridad ambiental mexicana en la NOM-059 (SEMARNAT 2010). De acuerdo con la clasificación de Salafsky *et al.* (2008), se encuentra en esta situación por tres amenazas principales: 1) contaminación de su hábitat; 2) uso/manejo del agua en sus hábitats; y 3) presencia de especies invasoras. Como consecuencia del crecimiento de la ciudad de Cuernavaca en los últimos 50 años y de la carencia de un adecuado tratamiento del agua, la mayoría de los arroyos dentro del área urbana están contaminados al grado de que la carpita morelense no puede sobrevivir en dichas condiciones (Contreras-MacBeath y Rivas 2007).

Un estudio que evaluó su distribución mostró que, en un periodo de 50 años, la especie ha perdido 49% de su distribución original. Asimismo, en algunos de los sitios con condiciones ambientales favorables para la especie, se han introducido peces exóticos como la trucha arcoíris y carpas, que depredan y/o compiten con la especie (Preciado 2012).

Dentro del área de distribución histórica de la carpita, se encuentra el ANP Parque Estatal Urbano Barranca de Chapultepec, uno de los sitios naturales más emblemáticos de Morelos, que cuenta con un manantial a partir del cual surge un arroyo con excelente calidad de agua, mismo que desemboca en un lago artificial. Desafortunadamente, en dicho arroyo se introdujeron la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y la carpa co-

mún (*Cyprinus carpio*), mismas que se cree desplazaron a las carpitas que ahí existían originalmente (Contreras-MacBeath *et al.* 2016).

Al tratar de darle un sentido de conservación (subacuática) a la Barranca de Chapultepec, se decidió convertir sus aguas en un santuario para la carpita morelense. Esto implicó definirlo como uno de los objetivos de conservación en el programa de manejo del ANP (Gobierno del Estado de Morelos 2016), así como elaborar un proyecto específico en el que se desarrolló un programa de reintroducción (Preciado 2014).

Este último se basó en la guía para reintroducciones y otras translocaciones de conservación, desarrollada por la fuerza de tarea de los grupos de especialistas en reintroducciones y de especies invasoras de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN y SSC 2013). Con tal fin, se consideró la factibilidad biológica de la especie, con base en estudios previos de su historia de vida (Contreras-MacBeath y Rivas 2007), así como de la variabilidad genética de cada una de sus poblaciones, de tal manera que fue posible identificar la población fundadora más viable (Rosas-Flores 2013).

La implementación de la reintroducción se realizó en 2014, y se llevó a cabo con la colaboración del Laboratorio de Ictiología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. En primera instancia consistió en la erradicación de las especies invasoras (truchas y carpas) que habían sido introducidas en el arroyo del parque. Esto se logró mediante la utilización de un equipo de electropesca, así como el empleo de redes por parte de personal del parque.

Posteriormente, se reintrodujeron 72 ejemplares de carpita con diferentes tallas, que fueron obtenidos en el arroyo de la barranca La Primavera, que se ubica a unos

Contreras-MacBeath, T. 2020. La creación de un santuario para la carpita morelense (*Notropis boucardi*). En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 316-318.

4 km del parque. La mayor parte de dicho arroyo ha sido impactado por efluentes urbanos que desembocan directamente en sus aguas; sin embargo, existe aún una pequeña población residual de carpita, que está en alto riesgo de desaparecer (Contreras-MacBeath *et al.* 2016). Los ejemplares fueron capturados por la mañana e inmediatamente trasladados al parque donde fueron liberados (figura 1).

A partir de la reintroducción, se estableció un programa de monitoreo para evaluar el desarrollo de la población. Los resultados preliminares obtenidos a principios de 2015 mostraron que la población aún no se había logrado establecer. Sin embargo, a finales de ese mismo año ya se contaba con una población cercana a los 300 ejemplares (Contreras-MacBeath *et al.* 2016) y para finales de 2016, se tenían poco más de mil ejemplares y se lograron registrar tres eventos reproductivos.



Figura 1. Ejemplares de la carpita morelense reintroducidos en el parque Chapultepec. Foto: Topiltzin Contreras-MacBeath.

Conclusiones

Esta experiencia representa una de las primeras reintroducciones exitosas de peces dulceacuícolas registradas para México y el hecho de contar con el santuario de la carpita morelense en el parque, asegura la conservación de la especie que se ha convertido en bandera de la conservación en el estado. Se deberá seguir monitoreando el avance de la población a medida que vaya colonizando el arroyo, para lo cual ya se cuenta con un protocolo, que incluye la evaluación periódica de la calidad del agua, así como la presencia de depredadores o posibles amenazas a la especie.

Por otro lado, debido a que la población original fue de apenas 72 ejemplares, se sugiere la realización de nuevas reintroducciones a partir de sitios cercanos. Asimismo, será importante fortalecer la incorporación del caso de la carpita en el programa de educación para la conservación del parque Chapultepec, y utilizar este caso como modelo de reintroducción de especies acuáticas en otras regiones similares.

Referencias

- Contreras-MacBeath, T., H. Mejía, M. Rivas e I. Preciado. 2016. Reintroduction of the Morelos minnow in the "Barranca de Chapultepec" protected area, Cuernavaca, Morelos, Mexico. En: *Global reintroduction perspectives: 2016. Case-studies from around the globe*. P.S. Soorae (ed.). IUCN/ssc Reintroduction Specialist Group/Environment Agency-Abu Dhabi, Suiza, pp. 25-29.
- Contreras-MacBeath, T. y M. Rivas. 2007. Threatened fishes of the world: *Notropis boucardi* (Günther 1868) (Cyprinidae). *Environmental Biology of Fishes* 78:287-288.
- Gobierno del Estado de Morelos. 2016. *Acuerdo por el que se publica el resumen del Programa de manejo del Parque Estatal Urbano Barranca de Chapultepec*. Publicado el 10 de agosto del 2016 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- Preciado, C.I. 2012. *Análisis de la distribución y algunos aspectos poblacionales de Notropis boucardi (Cyprinidae) en las Barrancas de Cuernavaca, Morelos, México*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- . 2014. *Reintroducción de Notropis boucardi (Cyprinidae) en el área natural protegida estatal Barranca de Chapultepec, Morelos, México*. Tesis de maestría en recursos naturales. Centro de Investigaciones Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Rosas-Flores, C.J. 2013. *Filogeografía y variación genética de las poblaciones de Notropis boucardi y Notrotropis moralesi del estado de Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Salafsky, N., D. Salzer, A.J. Stattersfield et al. 2008. A standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology* 22(4):897-91.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- IUCN y SSC. 2013. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y The Species Survival Commission. *Guidelines for reintroductions and other conservation translocations. Version 1.0*. IUCN/SSC, Suiza.

Ordenamiento ecológico del territorio

Luis Arturo Peña Hurtado, Fernando Valdez Calderón y Adriana Angulo Cabello

Introducción

Morelos, con sus 4 878.9 km² (INEGI 2015), debe sus características ecológicas a su ubicación geográfica en la zona de transición de dos provincias biogeográficas, la Neártica y la Neotropical; además, tiene influencia del Eje Neovolcánico Transversal en su parte alta al norte, y de la cuenca del Balsas en su región más baja al centro sur (SDS 2014). Asimismo, presenta un marcado gradiente altitudinal en dirección norte sur que va de los 4 955 msnm en las cercanías del Popocatepetl a los 696 msnm en el municipio de Tlaquiltenango (SDS 2014).

Estas características fisiográficas propician una amplia riqueza de especies reunidas en ambientes diversos como son la selva baja caducifolia, bosque de pino, oyamel y encino, bosque mesófilo y de galería, matorral rosetófilo y los pastizales de alta montaña. Los dos tipos de vegetación que ocupan la mayor superficie en el estado son la selva baja caducifolia y los bosques de pino y encino (SDS 2014).

Esta heterogeneidad en una superficie relativamente pequeña provoca que los ecosistemas presenten condiciones de alta vulnerabilidad. De tal manera que, la vegetación natural en el estado se encuentra altamente fragmentada y transformada, quedado solamente 27% de la superficie de vegetación original (SDS 2014).

Asociada a los elementos del medio físico descritos, la falta de aplicación de los instrumentos de planeación en el estado se refleja en conflictos por el uso del territorio. Lo anterior se debe a la carencia de reservas territoriales patrimoniales para el crecimiento de asentamientos humanos, que ha sido extensivo sobre áreas rurales, en particular, en zonas agrícolas de riego, pecuarias y de conservación (SDS 2014).

En este sentido, a través de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), se instrumentó al ordenamiento ecológico del territorio (OET) como una política pública que permite maximizar el consenso y minimizar el conflicto en la sociedad por el uso del territorio (SEDUE 1988). Años más tarde, con la publicación del reglamento de la LGEEPA en materia de ordenamiento ecológico (SEMARNAT 2003), se definieron con mayor claridad: 1) los objetivos y alcances del OET; 2) se fortaleció la coordinación sectorial a través de acuerdos de voluntades; y 3) se institucionalizó el proceso de ordenamiento mediante la formación de un comité de seguimiento representativo y plural, que transparentó su aplicación a través de un registro electrónico denominado bitácora ambiental que permite dar cuenta de su avance (SEMARNAT 2006).

Lo anterior provoca que este instrumento goce de buena aceptación entre los diferentes sectores sociales, debido a que se ve en él una forma de arribar a un consenso entre preservación de los recursos naturales, y desarrollo económico y social (SEMARNAT 2006). Asimismo, estas características lo convierten en un instrumento de planeación territorial que tiene gran impacto para identificar, prevenir y revertir los procesos de deterioro ambiental, como la escasez y contaminación del agua, la afectación y pérdida de especies de flora y fauna, la degradación del suelo y la pérdida de la cobertura vegetal, entre otros, además de disminuir la vulnerabilidad de las poblaciones humanas ante eventuales desastres naturales.

El OET incluye dentro de sus objetivos la zonificación ecológica del territorio en segmentos o regiones nombradas unidades de gestión ambiental (UGA). La delimitación de cada UGA se efectúa a partir del diagnóstico de

sus características, como: 1) disponibilidad y demanda de recursos naturales; 2) actividades productivas que en ella se desarrollan; y 3) ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes.

Todo ello, con la finalidad de proponer los lineamientos y las estrategias ecológicas para la preservación, la protección, la restauración y el aprovechamiento sustentable (políticas ambientales) de los elementos naturales, así como para la localización de actividades productivas de los asentamientos humanos (Congreso del Estado 1999). La UGA es la unidad mínima del área de ordenamiento ecológico del territorio a la que se le asignan lineamientos y estrategias ecológicas. Posee condiciones de homogeneidad de atributos físico-bióticos, socioeconómicos y de aptitud de uso del suelo, a la escala de trabajo determinada para el análisis, sobre la base de un manejo administrativo común (SEMARNAT 2003).

En Morelos existen dos modalidades aplicadas del ordenamiento, el primero se formuló en congruencia con el programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT), que es el del programa regional (POEREM); mientras que los otros son los programas de ordenamiento ecológico locales del territorio (POEL) que se formulan en congruencia con el ordenamiento ecológico regional del territorio (Congreso del Estado 1999).

Programa de ordenamiento ecológico regional del estado de Morelos (POEREM)

El proceso del ordenamiento visto como el conjunto de procedimientos para la formulación, expedición, ejecución y modificación del programa, se inició formalmente en la entidad el 21 de junio de 2013, cuando se suscribió un convenio de coordinación entre el Gobierno del Estado de Morelos y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). El objeto de dicho convenio fue realizar obras y acciones conjuntas y coordinadas para la formulación del ordenamiento ecológico regional del territorio, sin que ello comprometiera las atribuciones que cada una de las partes tiene en la materia (SEMARNAT y Gobierno del Estado de Morelos 2013).

Un aspecto a destacar del proceso de elaboración del POEREM fue la promoción de la transparencia y la

participación de la sociedad, incluyendo sus intereses y visión sobre los conflictos que se generan entre sus diversos sectores, con la finalidad de promover el consenso social en la definición de los usos del territorio que permitiera dar certidumbre a la inversión, así como a la preservación del medio ambiente y a la conservación de los recursos naturales (figura 1).

El resumen del POEREM se publicó el 29 de septiembre de 2014, y dio inicio a la etapa de ejecución del programa. La memoria técnica integra cuatro etapas: caracterización, diagnóstico, pronóstico y propuesta. Cada una de ellas se sujetó a los lineamientos y mecanismos establecidos en la normatividad aplicable y determinados por el Comité de ordenamiento ecológico del territorio.

La etapa de propuesta presenta dos elementos: el modelo y las estrategias ecológicas. El primero de ellos es la representación en un sistema de información geográfica (SIG), de las UGA y sus respectivos lineamientos ecológicos (SEMARNAT 2003).

Con ello, se busca dirigir y programar usos y destinos del suelo fuera de los centros de población, por medio de la promoción de proyectos productivos en las zonas de mayor aptitud para cada actividad sin afectar el patrimonio natural, como los ecosistemas de bosques templados, bosque tropical caducifolio, matorrales, entre otros. A su vez, se considera a las zonas agropecuarias como estratégicas para la promoción de la autosuficiencia alimentaria y se evita el establecimiento de asentamientos humanos en lugares que presenten algún peligro para la población.

En este sentido, se vinculan las estrategias ambientales con los programas y proyectos del sector público para proteger y restaurar los ecosistemas alterados. Finalmente, se orientan los programas de inversión sectorial para la promoción de las actividades productivas en las UGA que presentan usos de suelo compatibles con la actividad. El resultado del modelo de ordenamiento en Morelos fue la definición de 403 UGA (figura 2; SDS 2014).

Con las UGA definidas y caracterizadas, el estado deseable de cada una de ellas se refleja en la asignación de la política ambiental y lineamiento ecológico que le corresponde. De esta manera, se definieron cuatro políticas ambientales: preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable (cuadro 1; SEMARNAT 2006).



Figura 1. Taller de planeación participativa en el proceso del POEREM. Foto: SDS 2014.

Por la diversidad de vocaciones del suelo al interior de las UGA, no siempre fue posible asignar una sola política, por lo tanto, se propusieron tres políticas mixtas: aprovechamiento-restauración, protección-restauración y aprovechamiento-protección (cuadro 1; SDS 2014). Para las políticas mixtas el lineamiento indica en cuáles partes de las UGA aplica una u otra de estas políticas (SDS 2014).

El modelo prevé que a 49% de la superficie estatal se le asigna una política de restauración, preservación o protección (SDS 2014). Al analizar este dato con mayor detalle se observa que 27% ya está decretado como área natural protegida (ANP), mientras que 32% requiere de estudios justificativos para decretarse dentro de la misma categoría o ser aprovechadas bajo programas de manejo forestal. Además, 13% del área se encuentra con políticas mixtas de aprovechamiento-protección (3%) y de aprovechamiento-restauración (10%), que incluyen áreas que también serán conservadas por su alto valor ecológico, en particular las barrancas ubicadas en la parte norte del estado (figura 3; SDS 2014).

Ordenamiento ecológico local del territorio

Son ordenamientos que abarcan la totalidad del territorio de un municipio y su objetivo es diagnosticar las condiciones ambientales y socioeconómicas, así como regular los usos del suelo fuera de los centros de población. En ellos se establecen también, los criterios de regulación ecológica aplicables dentro de los centros de población, para que se integren en los programas municipales de desarrollo urbano sustentable con carácter obligatorio para las autoridades locales (SEMARNAT 2006). La formulación, la aprobación, la expedición y la evaluación de estos programas es atribución de los ayuntamientos, a través de la autoridad ambiental encargada de aplicarlos (SEDUE 1988).

A la fecha, ocho municipios publicaron este instrumento: Ayala (2012), Axochiapan (2012), Cuautla (2008), Cuernavaca (2009), Huitzilac (2010), Jiutepec (2012), Jonacatepec (2011) y Tepoztlán (2009; figura 4). En este sentido, 36% de la superficie de estos municipios presentan una política de protección o preservación (figura 5).

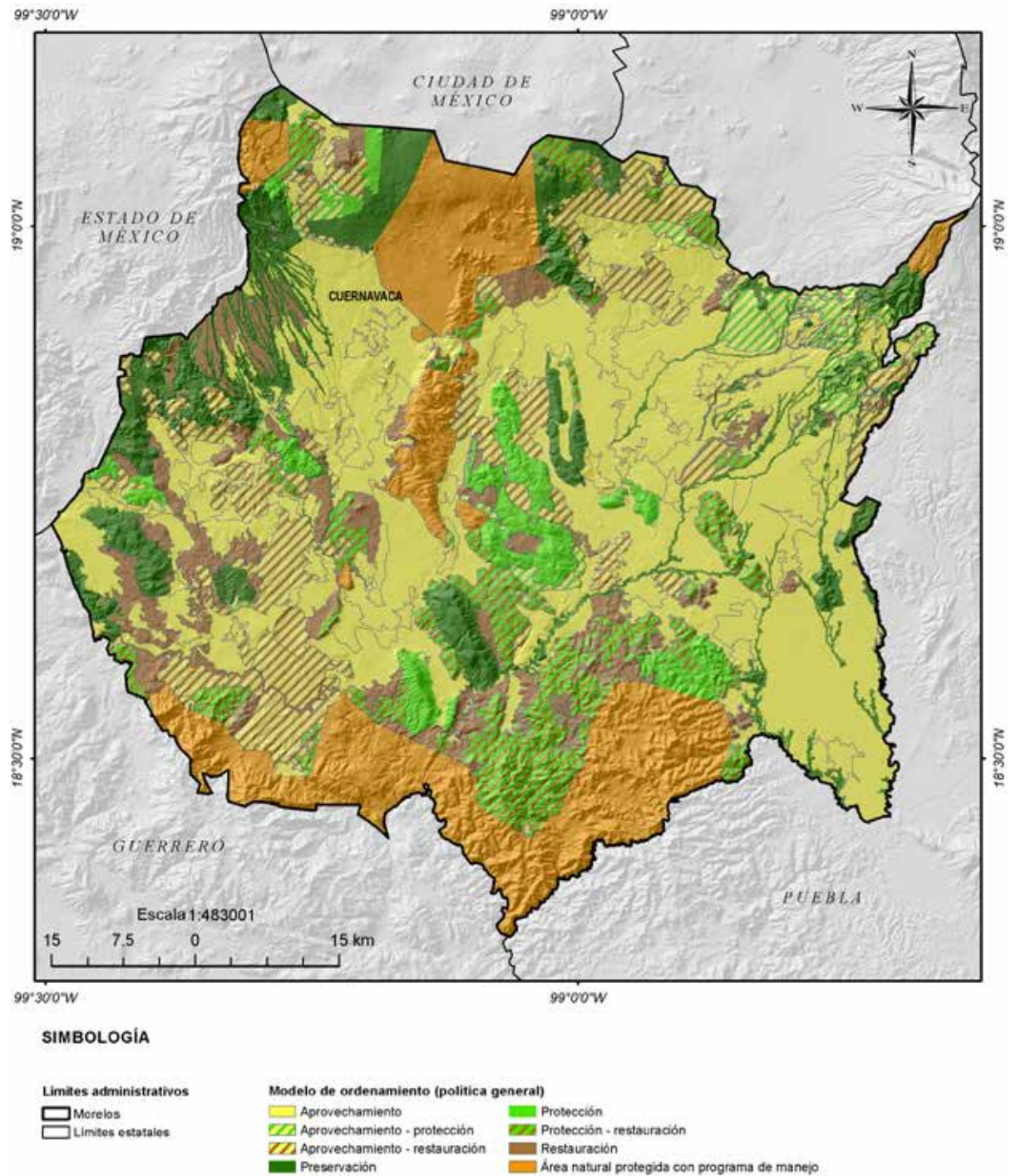


Figura 2. Modelo de ordenamiento ecológico del territorio para Morelos. Fuente: elaboración propia con datos de sds 2014.

Cuadro 1. Políticas generales definidas para las UGA en Morelos.

Política	Descripción
Preservación	Mantener los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos
Protección	Áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o los que se proponen no interfieren con sus funciones ecológicas relevantes, y donde el nivel de degradación ambiental no ha alcanzado valores significativos
Restauración	Zonas que por la presión de diversas actividades antropogénicas han sufrido una degradación en la estructura o función de los ecosistemas, y en las cuales es necesario realizar un conjunto de actividades para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales
Aprovechamiento sustentable	Áreas apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma sustentable, incluye el aprovechamiento: <ul style="list-style-type: none"> • agrícola • pecuario • asentamientos humanos • banco de materiales • industrial • deportivo
Aprovechamiento-protección	Esta política mixta se aplica a aquellas UGA donde existen fragmentos de vegetación de bosque o de matorral en buen estado de conservación, inmersos en áreas de agricultura de alta aptitud agrícola
Protección-restauración	Ecosistemas en buen estado de conservación forman un complejo mosaico con las áreas perturbadas, en elementos del paisaje de superficie reducida que no permiten subdividir ulteriormente las UGA para separarlas
Aprovechamiento-restauración	Áreas agrícolas en el medio de las cuales se encuentran fragmentos de vegetación de bosque o de matorral perturbados

Fuente: elaboración propia con datos de sds 2014.

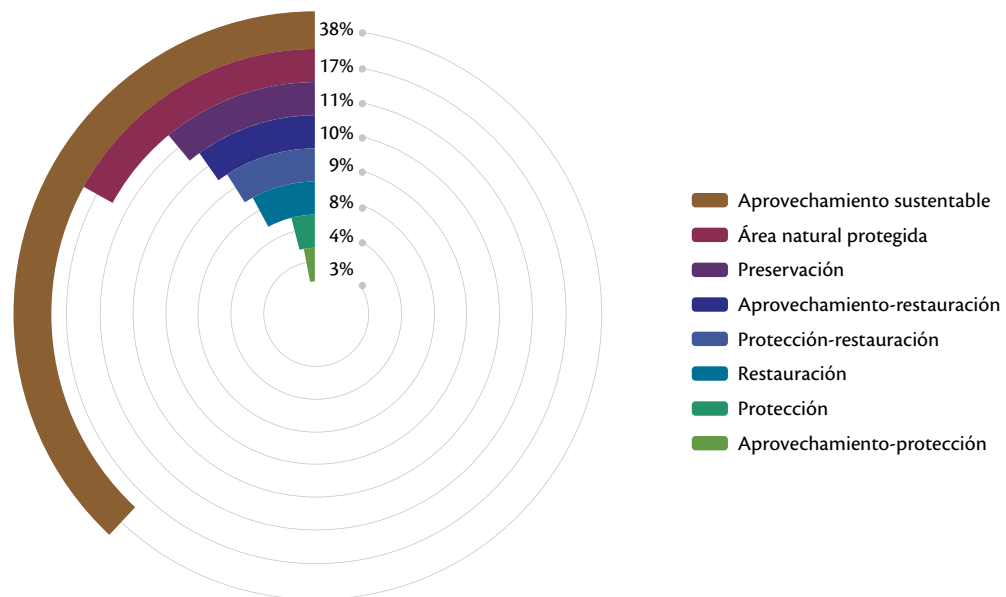


Figura 3. Superficie en porcentaje por política general. Fuente: elaboración propia con datos de sds 2014.

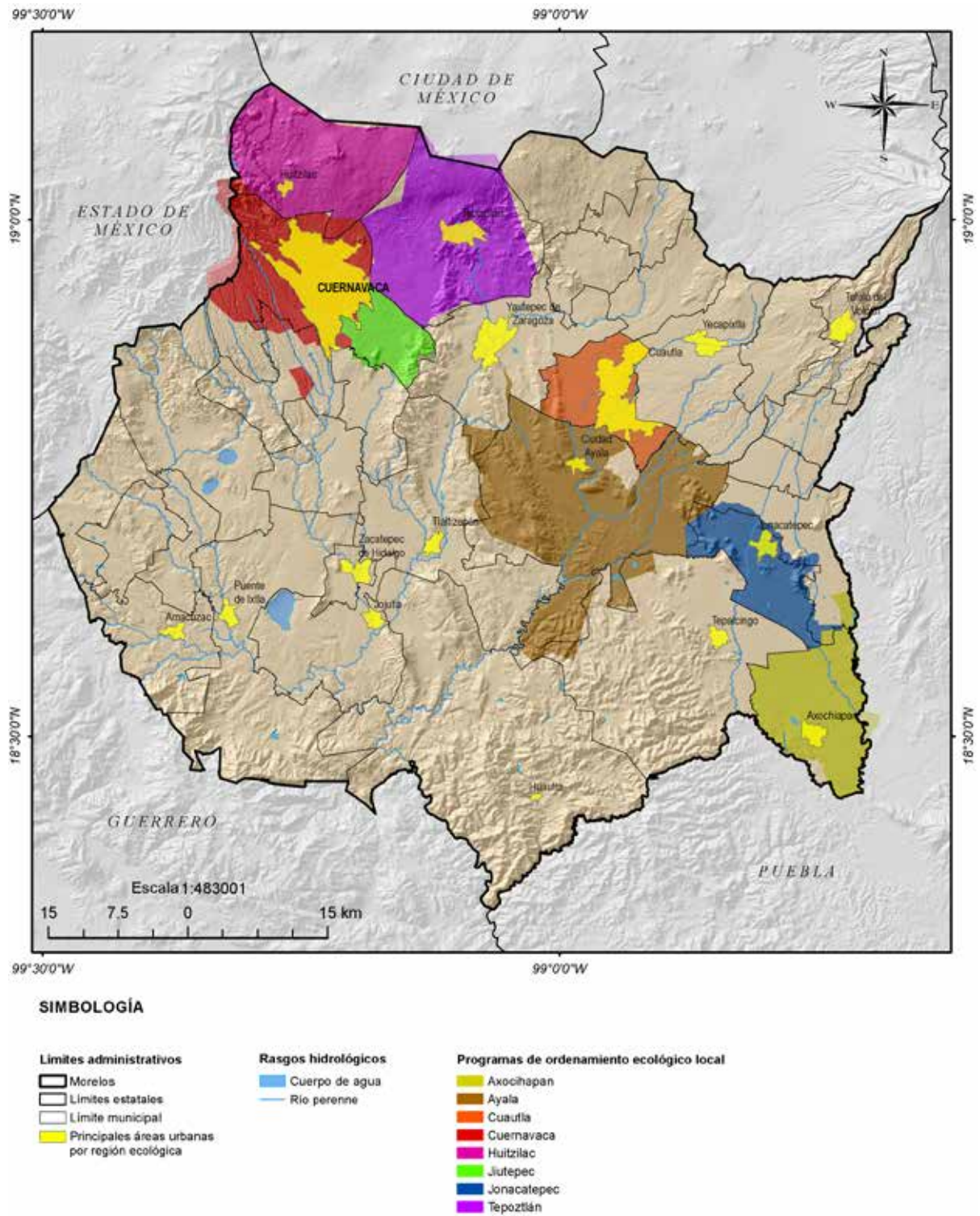


Figura 4. Polígonos de los programas de ordenamiento ecológico local; la formulación del polígono no siempre coincide con el límite municipal.

Fuente: elaboración propia.

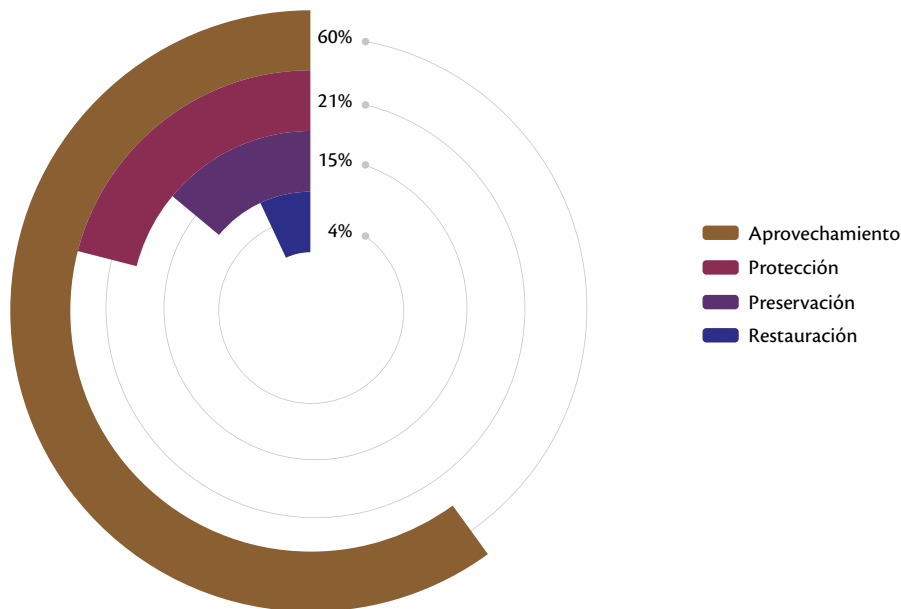


Figura 5. Superficie por políticas generales en los ordenamientos ecológicos locales. Fuente: elaboración propia con datos de Ayuntamiento de Cuautla 2008, Ayuntamiento de Cuernavaca 2009, Ayuntamiento de Tepoztlán 2009, Ayuntamiento de Huitzilac 2010, Ayuntamiento de Jonacatepec 2011, Ayuntamiento de Axochiapan 2012, Ayuntamiento de Ayala 2012, Ayuntamiento de Jiutepec 2012.

Aplicación del ordenamiento ecológico del territorio

El gobierno estatal realiza el ordenamiento a través del mecanismo que constituye la llamada opinión técnica de compatibilidad de uso del suelo en materia de ordenamiento ecológico (CEMER 2016), así como una variedad de instrumentos jurídicos vinculantes y consultivos, como:

- El dictamen de congruencia de programas municipales de desarrollo urbano sustentable (a través de la SDS).
- La evaluación de impacto ambiental (a través de la SEMARNAT y la SDS).
- La dictaminación del impacto urbano (a través de la SDS).
- Los estudios técnicos justificativos de cambio de uso del suelo forestal por excepción (a través de ETJ-CUSF-SEMARNAT).
- Las propuestas de análisis de aprovechamientos forestales (a través de la SEMARNAT).
- Las denuncias por la comisión de delitos ambientales (a través de la PROFEPA y la PROAPEM).
- Las denuncias por cambio de uso del suelo urbano (a través de los ayuntamientos).

Además de la vinculación con los procedimientos administrativos de planeación, control y gestión del territorio, las opiniones técnicas en materia de ordenamiento reflejan un impacto preventivo en la realización de proyectos que una vez determinados como incompatibles, no se llevan a cabo y por lo tanto no se registran como trámites ingresados en las ventanillas de atención.

En cuanto a los programas de manejo de ANP vigentes, en las administraciones federal y estatal, éstos se consideran dentro de los programas del ordenamiento como instrumentos normativos de orden superior. Por lo que, la superficie que ocupa un ANP con programa de manejo se considera una sola UGA y los correspondientes modelos de ordenamiento señalan el cumplimiento de los citados programas por lo que se evita el conflicto y duplicidad normativas.

La aplicación de los OET locales y regional se realiza a través de la resolución de conflictos técnicos, jurídicos y políticos con los instrumentos de regulación de los asentamientos humanos (figura 6), es decir, los programas municipales de desarrollo urbano sustentable (PMDUS). Dichos conflictos parten de la zonificación y el control de la totalidad del territorio por parte de los PMDUS, sin considerar un manejo y administración diferenciada del suelo productivo y de conservación, mediante los or-

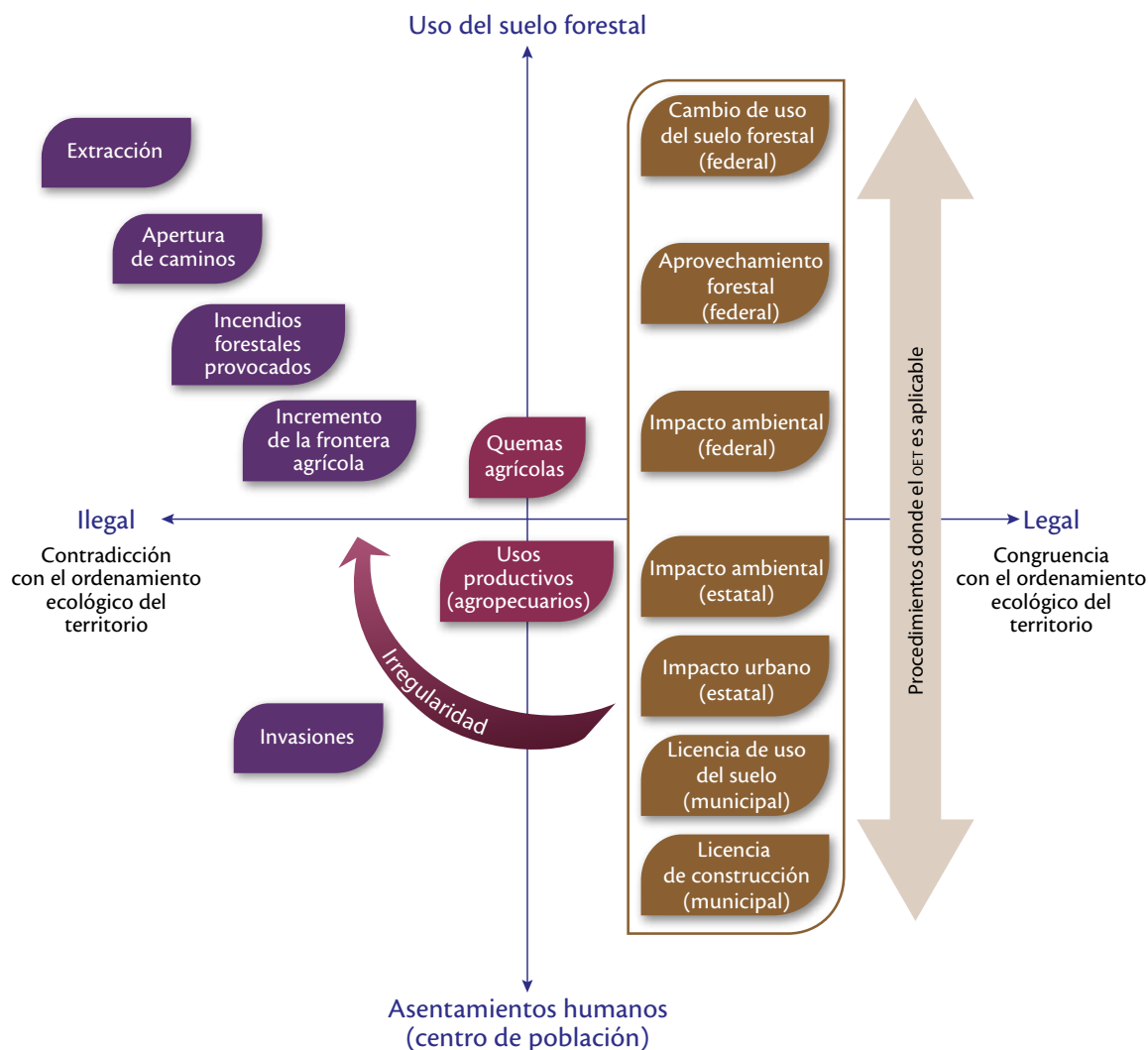


Figura 6. Relación de competencias entre los instrumentos de regulación del uso del suelo federal, estatal y municipal. Fuente: elaboración propia con datos de DOE 2017.

denamientos. Esto se resuelve con el transcurso de las actualizaciones debidas de los PMDUS y la congruencia obligatoria con el OET.

En Morelos, como resultado de esta armonización parcial realizada hasta el momento, se otorga al ordenamiento la facultad legal y legítima de administrar regiones ocupadas por ecosistemas perturbados y pastizales, entre otros, para controlar el crecimiento de los asentamientos humanos en zonas de crecimiento urbano y reservas territoriales denominativas.

Con respecto al contenido de las opiniones técnicas en materia de ordenamiento, en éstas se especifican las UGA en las que se ubica el proyecto en análisis, así como los usos de suelo permitidos entre otros aspectos. Sin embargo, el nivel de aplicación más detallado de estos instrumentos se encuentra en los criterios de regulación ambiental, que requieren ser desarrollados o interpretados espacialmente (cartográficamente) para verificar su cumplimiento en la zona o región de análisis a la escala de trabajo más detallada posible.

Dentro del conjunto de actividades que se regulan mediante el ordenamiento (figura 7, cuadro 2), el que presenta mayores retos en su control es el agropecuario, debido al número de actores individuales involucrados

relacionados con el reparto agrario del territorio. En el caso contrario se encuentran sectores que ocupan fracciones del territorio en menor número (minería) o en mayor nivel de agregación (forestal).

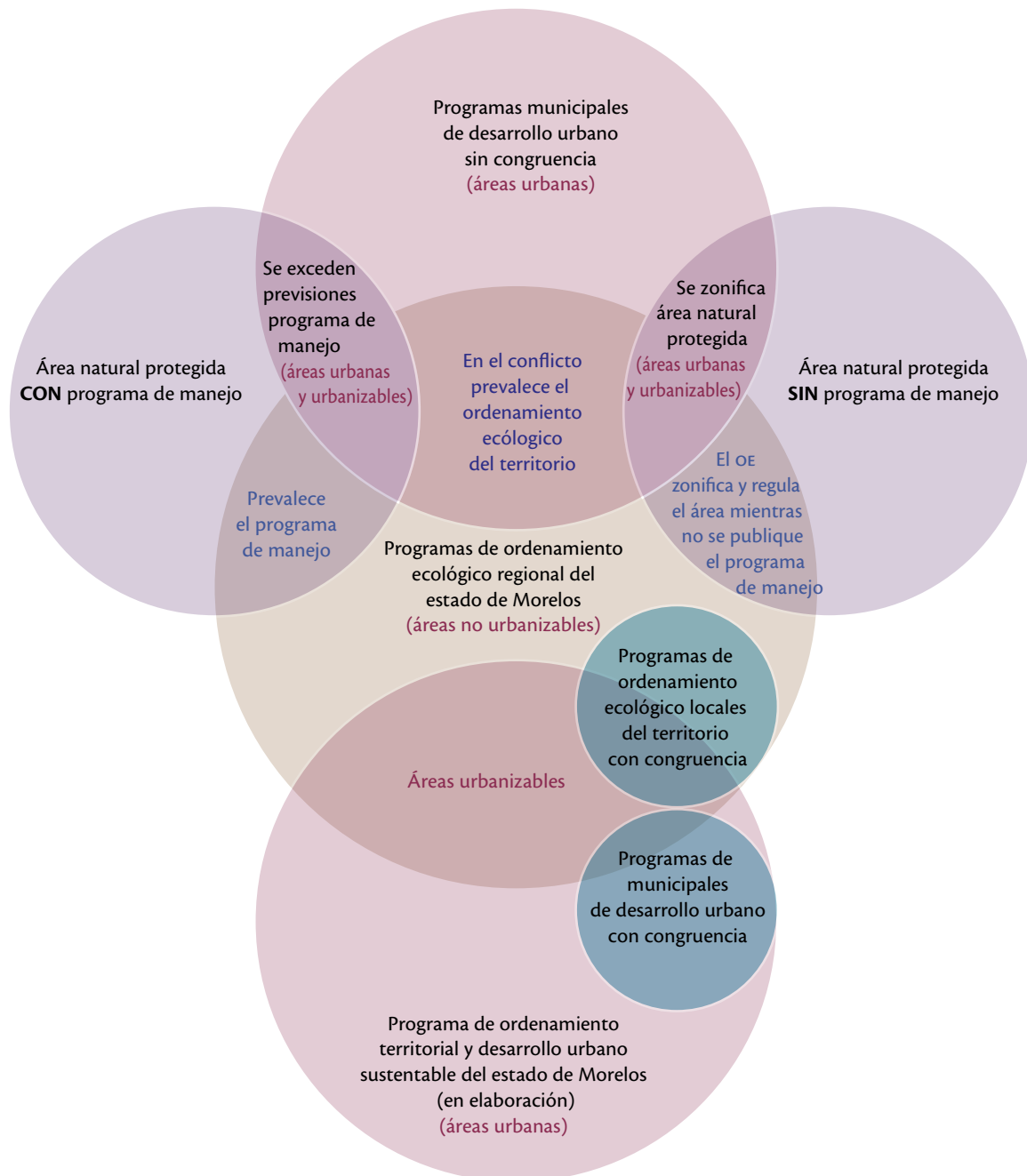


Figura 7. Actividades y sectores productivos regulados. Fuente: elaboración propia con datos de DOE 2017.

Cuadro 2. Grado de vinculación por sector con el ordenamiento.

Sector productivo	Instancia promotora	Grado de vinculación sectorial
Conservación	CONAFOR y SDS	Alto
Forestal (aprovechamiento)	SEMARNAT	Alto
Industria	SEMARNAT	Alto
Asentamientos humanos (vivienda, equipamiento y comercio)	Particulares y ayuntamientos	Medio
Infraestructura	SCT, CFE, SOP y CEAGUA	Medio
Minería	SEMARNAT	Medio
Turismo	ST y SECTUR	Bajo
Acuicultura	CESAEM, SAGARPA y SEDAGRO	Bajo
Agricultura	SEDAGRO y SAGARPA	Bajo
Ganadería	SEDAGRO y SAGARPA	Bajo

CEAGUA: Comisión Estatal de Agua; CESAEM: Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Morelos; CFE: Comisión Federal de Electricidad; CONAFOR: Comisión Nacional Forestal; SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes; SDS: Secretaría de Desarrollo Sustentable; SECTUR: Secretaría de Turismo; SEDAGRO: Secretaría de Desarrollo Agropecuario; SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; SOP: Secretaría de Obras Públicas; y ST: Secretaría del Trabajo. Fuente: elaboración propia con datos de DOE 2017.

El ordenamiento ecológico del territorio y la biodiversidad

Entre las estrategias que se diseñaron en los OET vigentes en Morelos tanto en su modalidad regional como en la local, se encuentran algunas relacionadas con la conservación de la biodiversidad (SDS 2014). Cabe señalar que, las estrategias específicas corresponden directamente con programas y proyectos gubernamentales para su financiamiento (cuadro 3).

Algunos de los criterios de regulación ambiental de los ordenamientos vigentes, están redactados de tal forma que se enfocan en la protección del paisaje y del hábitat, más no en poblaciones o especies o específicas. Lo anterior, constituye un espacio de oportunidad para los instrumentos vigentes acerca de especies registradas en alguna categoría de la NOM-059 (SEMARNAT 2010) o de otros listados de biodiversidad como la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Dentro del catálogo de criterios de regulación del POEREM, existen algunos que están sujetos a una interpretación cuantitativa clara y que son claramente identificables en el medio físico (cuadro 4).

Para el hábitat de algunas especies que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que son endémicas de Morelos o de sus colindancias territoriales, existe una alta fragmentación del territorio y de activi-

dades, y en consecuencia la heterogeneidad de políticas ambientales del OET que les aplican (cuadro 5).

Conclusiones y recomendaciones

En la entidad se cuenta con avances importantes en la aplicación del ordenamiento ecológico del territorio como se observa en la vinculación administrativa con algunos proyectos. Sin embargo, es necesario continuar con su instrumentación tanto a nivel regional, como en los ocho locales publicados, así como la formulación de los 25 ordenamientos ecológicos municipales que aún faltan.

Para fortalecer los procesos de ordenamiento ecológico es necesario diseñar y ejecutar políticas públicas que creen sinergias entre los tres órdenes de gobierno, de tal manera que sea posible dar cumplimiento a los lineamientos o metas ambientales.

Para la conservación de la biodiversidad se requiere que los actores que participan en el sector agropecuario –principal causa de perturbación y fragmentación del hábitat– sistematicen, organicen y regulen adecuadamente los recursos asignados al uso del suelo designado y disminuya de forma efectiva la presión sobre las zonas conservación. Por otro lado, se requiere disminuir la informalidad o irregularidad en el caso de los aprovechamientos forestales y los asentamientos humanos. Lo antes mencionado es posible utilizando al ordenamiento ecológico del territorio como la base legal, práctica, clara y directa para la toma de decisiones.

Cuadro 3. Estrategias con relación directa a programas y proyectos gubernamentales para su financiamiento.

Estrategias	Descripción
E1. Investigación ecológica	Tiene el propósito de mejorar el conocimiento del entorno ambiental para apoyar la toma de decisiones en materia de conservación de los recursos naturales, incluyendo disciplinas como: estudios de fauna, flora y sus dinámicas poblacionales, climatología, edafología, geomorfología, desarrollo socioeconómico, entre otras
E2. Protección de ecosistemas	Tiene como objetivo evitar la perturbación de los ecosistemas por cualquier factor que les represente riesgo, sea antropogénico o natural; los recursos disponibles para la instrumentación de esta estrategia pueden provenir de: <ul style="list-style-type: none"> SEDESOL y SEMARNAT: los programas de empleo temporal CONAFOR: los componentes de conservación y restauración, servicios ambientales del Programa nacional forestal (PRONAFOR) y el Programa de conservación para el desarrollo sostenible (PROCODES)
E3. Conservación y manejo sustentable de recursos naturales	Se pretende llevar a cabo acciones y proyectos para la recuperación de los bienes y servicios ambientales que representan los recursos naturales, así como, fomentar los aprovechamientos sustentables que eviten el deterioro de dichos recursos, puede ser financiado por: <ul style="list-style-type: none"> SEMARNAT: los programas de apoyo a grupos de mujeres, fomento a la vida silvestre, y el Programa de empleo temporal SEDESOL: el Programa de empleo temporal, zonas prioritarias y opciones productivas CONAFOR: los componentes de desarrollo forestal, plantaciones forestales comerciales, conservación, restauración y servicios ambientales del PRONAFOR
E4. Protección y recuperación de especies de fauna en riesgo	Con esta estrategia se busca establecer las bases y articular los esfuerzos del gobierno federal y estatal junto con diversos sectores de la sociedad, en la conservación y recuperación de las especies de fauna en riesgo para el área de ordenamiento; los recursos se pueden tomar de: <ul style="list-style-type: none"> SEMARNAT: los programas de fomento a la vida silvestre, y el Programa de empleo temporal SEDESOL: el Programa de empleo temporal y opciones productivas CONAFOR: los componentes de conservación, restauración y servicios ambientales del PRONAFOR
E5. Restauración ecológica	Restaurar la estructura, funcionalidad y autosuficiencia de los ecosistemas degradados a las condiciones naturales presentadas previos a su deterioro para restablecer las funciones ecológicas; los recursos pueden provenir de: <ul style="list-style-type: none"> SEMARNAT: los programas de apoyo a grupos de mujeres, fomento a la vida silvestre, y el Programa de empleo temporal SEDESOL: el Programa de empleo temporal, zonas prioritarias y opciones productivas CONAFOR: los componentes de conservación, restauración y servicios ambientales del PRONAFOR

Fuente: elaboración propia con datos de sds 2014.

Cuadro 4. Ejemplos de criterios de regulación de interpretación cuantitativa del POEREM.

Criterio	Descripción
Ah02	Para conservar los ecosistemas naturales se impedirá que el crecimiento de los centros urbanos se realice mediante el cambio de uso forestal a urbano en las zonas urbanizables y no urbanizables
Co01	Con la finalidad de evitar la pérdida de ecosistemas frágiles, se preservará la vegetación que se localiza en áreas por encima de los 2 800 msnm, terrenos con pendientes mayores al 100%, áreas con vegetación de bosque mesófilo de montaña y cubiertas con vegetación en galería (riparia), matorral rosetófilo y zacatonal
Fn02	Para evitar la degradación de los ecosistemas, en áreas con pendientes mayores a 30% se conservará o en su caso restaurará, la vegetación nativa, evitando llevar a cabo aprovechamientos forestales tanto maderables como no maderables
Fo04	Para evitar la erosión y degradación de los ecosistemas en áreas con pendientes mayores a 45% se deberá preservar, o en su caso, restaurar con vegetación nativa

Fuente: elaboración propia con datos de sds 2014.

Cuadro 5. Políticas ambientales del ordenamiento ecológico del territorio en ubicaciones de registros de algunas especies endémicas y en peligro de extinción.

Especie	Política regional (UGA)	Política local (UGA)
Gorrión serrano (<i>Xenospiza baileyi</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento (8, 18) • Aprovechamiento-restauración (10, 16) • Restauración (18) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento-preservación (21, 48 Huitzilac) • Aprovechamiento (22, 64 Huitzilac) • Preservación-restauración (35 Huitzilac)
Conejo de los volcanes (<i>Romerolagus diazi</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Preservación (4,13) • Área natural protegida (9,14) • Aprovechamiento (18, 34) 	<ul style="list-style-type: none"> • Preservación-restauración (14 Huitzilac) • Protección (20, 38 Huitzilac; 2 Tepoztlán) • Preservación (39 Huitzilac, 67 Huitzilac) • Aprovechamiento (64, 88 Huitzilac)
Cascabel cruz rayada de montaña (<i>Crotalus transversus</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Área natural protegida (9) • Aprovechamiento-restauración 16) • Aprovechamiento (59) 	<ul style="list-style-type: none"> • Protección (20, 25, 77 Huitzilac) • Aprovechamiento-preservación (48 Huitzilac) • Aprovechamiento (24 Cuernavaca)
Siempreviva (<i>Sedum frutescens</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Área natural protegida (14, 381) • Aprovechamiento-restauración (16, 32) • Aprovechamiento-protección (36) • Preservación (37) • Aprovechamiento (58) 	<ul style="list-style-type: none"> • Preservación-restauración (87 Huitzilac) • Aprovechamiento (90 Huitzilac, 17 Tepoztlán, 130 Cuernavaca) • Aprovechamiento-preservación (92 Huitzilac) • Restauración (93 Huitzilac) • Protección (13, 26 Tepoztlán)

UGA: Unidad de gestión ambiental. Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO 2018.

En cuanto a las administraciones municipales, se requiere que enfrenten con decisión, voluntad política y capacidad técnica, el conflicto normativo entre los programas de desarrollo urbano (asentamientos humanos) y armonicen el ordenamiento con el complemento ecológico y productivo.

Finalmente, es necesario promover un nuevo marco legal de la planeación territorial para generar una economía competitiva, sustentable y resiliente, que asegure el mejor uso posible del territorio y los recursos naturales sin importar el ámbito de gobierno del que se trate.

Referencias

- Ayuntamiento de Axochiapan. 2012. *Programa de ordenamiento ecológico local del municipio de Axochiapan*. Publicado el 26 de diciembre de 2012 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- Ayuntamiento de Ayala. 2012. *Programa de ordenamiento ecológico y territorial del municipio de Ayala, Morelos*. Publicado el 28 de marzo de 2012 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- Ayuntamiento de Cuautla. 2008. *Programa de ordenamiento ecológico del territorio del municipio de Cuautla*. Publicado el 14 de mayo de 2008 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- Ayuntamiento de Cuernavaca. 2009. *Programa de ordenamiento ecológico del territorio del municipio de Cuernavaca*. Publicado el 1 de mayo de 2009 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad".
- Ayuntamiento de Huitzilac. 2010. *Programa de ordenamiento ecológico local del territorio del municipio de Huitzilac*. Publicado el 16 de junio de 2010 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- Ayuntamiento de Jiutepec. 2012. *Programa de ordenamiento ecológico local del territorio del municipio de Jiutepec*. Publicado el 25 de enero de 2012, en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- Ayuntamiento de Jonacatepec. 2011. *Programa de ordenamiento ecológico local del territorio del municipio de Jonacatepec*. Publicado el 26 de octubre de 2011 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- Ayuntamiento de Tepoztlán. 2009. *Programa de ordenamiento ecológico local del territorio del municipio de Tepoztlán*. Publicado el 21 de octubre de 2009 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- CEMER. Comisión Estatal de Mejora Regulatoria. 2016. *Opinión técnica de compatibilidad de uso de suelo en materia de ordenamiento ecológico*. En: <<http://tramites.morelos.gob.mx/tramites/ver.php?idTramite=SDS/DGOT/73>>, última consulta: 17 de noviembre de 2018.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2018. *Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB)*. En: <<http://www.snib.mx>>, última consulta: 17 de noviembre de 2018.
- Congreso del Estado. 1999. *Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos*. Publicada el 22 de diciembre de 1999 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Última reforma publicada el 16 de marzo de 2017.

- DOE. Dirección de Ordenamiento Ecológico. 2017. *Registros administrativos*. Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos, México.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. *Panorama sociodemográfico de México*. INEGI, México.
- SDS. Secretaría de Desarrollo Sustentable. 2014. *Programa de ordenamiento ecológico regional de estado de Morelos*. Publicado el 29 de septiembre de 2014 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad".
- SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación, última reforma del 24 de enero de 2017.
- SEMARNAT y Gobierno del Estado de Morelos. 2013. *Convenio de Coordinación con el objeto de establecer las bases para la instrumentación del proceso tendiente a la formulación, aprobación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de ordenamiento ecológico regional del estado de Morelos, celebran la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y dicha entidad federativa*. Publicado el 20 de agosto de 2013 en el Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de ordenamiento ecológico*. Publicado el 8 de agosto de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014.
- . 2006. *Manual del proceso de ordenamiento ecológico*. SEMARNAT. En: <<http://cdam.unsis.edu.mx/files/Desarrollo%20Urbano%20y%20Ordenamiento%20Territorial/Otras%20disposiciones/manual%20del%20proceso%20de%20ordenamiento%20ecologico.pdf>>, última consulta: 18 de noviembre de 2018.
- . 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre

Carlos González-Rebeles Islas, Melisa Meztli Méndez Méndez, Maribel Anaya Lira y Alejandra Juárez Mondragón

Introducción

Las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) constituyen el instrumento legal, técnico y científico que fundamenta y regula en la actualidad el aprovechamiento de los recursos de vida silvestre en México. Surgen a partir del Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural (PDP; SEMARNAP 1997), creado por la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) de la entonces Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP; actualmente Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT).

Como su nombre lo indica, el PDP tenía como uno de sus principales objetivos brindar oportunidades de desarrollo a las comunidades rurales, para diversificar sus actividades productivas convencionales, con el aprovechamiento racional de sus recursos naturales. De tal forma que, al mismo tiempo, se aseguraba su conservación a través de esta valoración económica (SEMARNAP 1997, 2000).

Este programa constituyó la base de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS; SEMARNAP 2000), y su reglamento (SEMARNAT 2006). Con la implementación del PDP se dio un cambio importante en la administración pública de la vida silvestre, ya que se reconoció que existen usuarios de este recurso y la necesidad de establecer mecanismos para regular su acceso, manejo y usufructo. En el programa se consideró, además de los cazadores cinegéticos, el papel de los campesinos, los indígenas, los coleccionistas, los científicos, los técnicos responsables del manejo y los comerciantes de vida silvestre (Retana-Guiascón 2006, Anta *et al.* 2008).

Aspectos normativos y de funcionamiento

El funcionamiento de las UMA se basa en una estrategia de uso múltiple de recursos locales (flora y fauna), para lo cual se requiere mantener la funcionalidad del ecosistema y garantizar una colecta sostenida de productos, conforme a su tasa de renovación (González-Rebeles Islas y Méndez-Méndez 2014a, b). De acuerdo con el artículo 39 de la LGVS las UMA: “podrán tener objetivos específicos de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable” (SEMARNAP 2000:16). El aprovechamiento es de dos tipos: extractivo (p.e. cosecha de ejemplares de flora y fauna a nivel de subsistencia o comercial, producción de especies en cautiverio –criaderos y viveros–), y no-extractivo (p.e. investigación, actividades recreativas, ecoturismo, educación ambiental).

Toda UMA debe contar con un titular, el cual regularmente es el propietario de la tierra o el legítimo poseedor en donde se establece, sin importar cuál sea el tipo de tenencia (SEMARNAT 2006). Esto es, puede ser propiedad social, privada o pública.

Desde el punto de vista de manejo e independientemente del tipo de aprovechamiento o tenencia de la tierra, las UMA inicialmente incluían el aprovechamiento de flora y fauna silvestres *in situ*, es decir en su ecosistema (UMA extensiva o en vida libre) y la manutención y reproducción de especies de flora y fauna nativas o exóticas en cautiverio (*ex situ*, UMA intensivas; SEMARNAP 1997, 2000, SEMARNAT 2010a, Valdez *et al.* 2006).

González-Rebeles I., C., M.M. Méndez, M. Anaya L. y A. Juárez Mondragón. 2020. Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 333-345.

Posteriormente, las UMA de modalidad intensiva (criaderos, viveros, jardines botánicos o similares) que manejan especies exóticas o especies nativas, pero con enfoque meramente comercial que no tuvieran como fin la recuperación de especies o poblaciones para su posterior reintegración a la vida silvestre (SEMARNAT 2013), se consideraron como un instrumento diferente conocido como predios o instalaciones que manejan vida silvestre en forma confinada (PIMVS; SEMARNAT 2014). Asimismo, el manejo de especies exóticas sólo se lleva a cabo en condiciones de confinamiento bajo este sistema.

Las UMA intensivas incluyen desde entonces, sólo a aquellos criaderos y viveros que mantienen de forma confinada especies nativas incluidas o no en la lista de especies en situación especial de riesgo de la NOM-059 (SEMARNAT 2010b), pero con la meta primordial de conservación y su eventual liberación, entre otros. Para el caso de flora y especies acuáticas de fauna cuyo medio de vida total sea el agua, sólo se manejan dentro de UMA aquellas listadas en la NOM-059 (figura 1; SEMARNAP 2000, SEMARNAT 2006, 2010b).

El concepto de UMA desde un inicio fue novedoso, porque al enfocarse en un aprovechamiento racional de la vida silvestre para obtener recursos *in situ*, forzosamente fomenta usos del territorio que requieren de conservar e inclusive rehabilitar el hábitat. Asimismo, ésta

fomenta la reproducción *ex situ* para proteger de una sobreexplotación de especies con alta demanda comercial (en el caso de las intensivas) y al mismo tiempo generar opciones de desarrollo social y económico.

En estudios de caso en Morelos se observa la importancia fundamental de los aspectos sociales y la creación de canales de comunicación entre los diferentes actores involucrados para la implementación de UMA, con el objetivo de lograr el éxito del binomio protección-aprovechamiento de la vida silvestre (Juárez Mondragón *et al.* 2015, Juárez 2017). Las UMA implican un manejo conjunto de múltiples escalas de gobernanza, es decir, una acción colectiva entre distintos niveles: locales, regionales y nacionales (véase *La naturaleza compartida como recurso de uso común* en esta obra; Juárez 2017). Sin embargo, se desconoce cómo se da esto en el resto del país.

Proceso de evaluación de las UMA

En 2009, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) publicó la convocatoria *Evaluación de la contribución de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) al aprovechamiento sustentable y la conservación de la biodiversidad de México*, en un intento de sistematizar la información hasta ese momento disponible y hacer

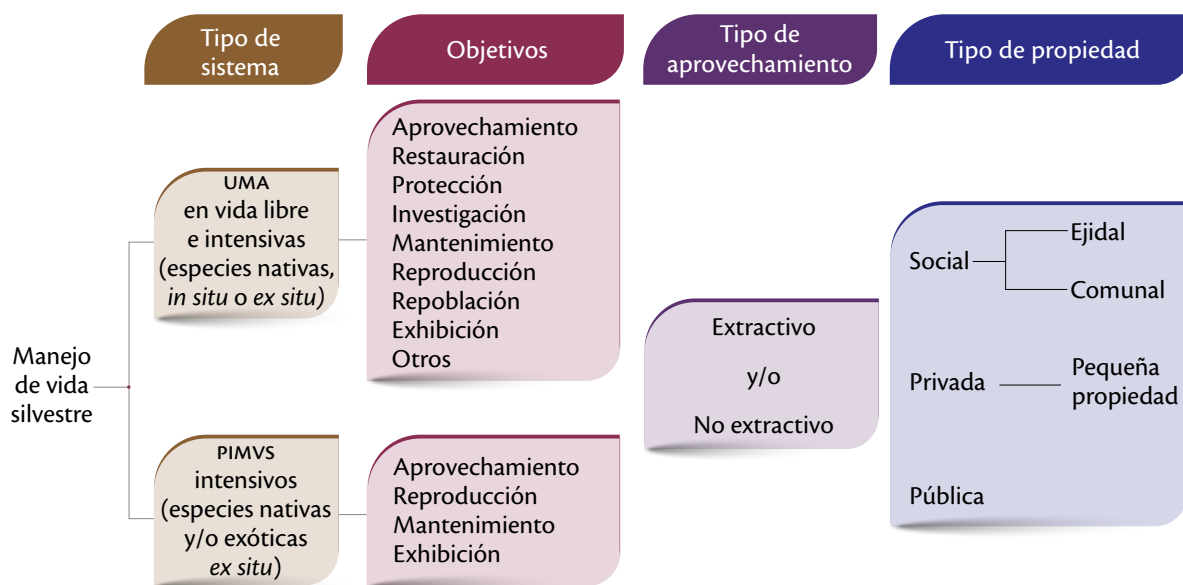


Figura 1. Tipificación general de las UMA y los PIMVS. Fuente: elaboración propia con base en Juárez 2017.

un análisis del impacto de las UMA en el país (CONABIO 2009). El proyecto ya en operación lo supervisó la DGVS-SEMARNAT y se dividió en cinco regiones (sur-sureste, centro, centro occidente, noreste y noroeste), Morelos se incluyó en la región centro junto con otros seis estados.

Como parte de este proyecto, Suzán *et al.* (2012) caracterizaron las UMA del estado y señalaron los esfuerzos emprendidos para conservar la biodiversidad a través de su uso sustentable. En su evaluación consideraron aspectos administrativos, así como indicadores sociales, económicos y ecológicos a partir de la información documentada en los expedientes de la SEMARNAT. Cabe destacar que dicha información se originó en datos que eran proporcionados en diversos momentos por los usuarios y que fueron finalmente archivados por diferentes instancias de SEMARNAT.

Se revisaron todos los expedientes de las UMA registradas, desde 1997 hasta 2010 en sus dos modalidades: intensiva (flora y fauna bajo confinamiento en criaderos y viveros de especies nativas o mixtas) y de vida libre (comunidades y poblaciones de flora y fauna silvestres en su ecosistema), archivados tanto en la DGVS, como en la delegación de SEMARNAT en Morelos.

Cabe señalar que la evaluación realizada entre noviembre de 2010 y abril de 2012 fue la primera y única ocasión en que la información contenida en dichos documentos ha sido sistematizada a nivel estatal y nacional. Por este motivo no se tienen datos actualizados.

El estudio fue el punto de partida para la realización del presente capítulo, y fue elaborado a partir de la revisión de los documentos a los que se tuvo acceso, así como de información contenida en la base de datos diseñada por CONABIO y la DGVS; además, se enriqueció con valoraciones cualitativas hechas para esta obra (véase *La naturaleza compartida como recurso de uso común* en esta obra).

Quedaron fuera del estudio referido las UMA en propiedad pública de carácter federal. A éstas, SEMARNAT las tipifica de manera particular como predios en propiedad federal (PPF) y su gestión se realiza exclusivamente en la DGVS.

Las UMA en la entidad

De acuerdo con la evaluación efectuada en 2010, en Morelos se tenían registradas un total de 176 UMA, de las cuales 74.5% correspondían a UMA intensivas incluyendo

a los PIMVS (131), y 25.5% a UMA de vida libre (45). De las UMA intensivas, 55% manejaban fauna (criaderos y otros PIMVS), y el porcentaje restante realizaban actividades enfocadas a la flora silvestre (viveros y jardines botánicos). A continuación, se describen las particularidades encontradas en la evaluación para cada tipo de UMA en el estado.

UMA intensivas

Criaderos

El análisis se realizó exclusivamente con UMA que tenían registradas especies nativas o mixtas (nativas y exóticas), y se excluyó a todas aquellas que manejaban sólo exóticas (se incluyeron las UMA vigentes y dos canceladas por falta de financiamiento). Por tanto, sólo se contabilizaron 42 UMA intensivas bajo la modalidad criadero, de las 72 UMA intensivas de fauna. La mayor cantidad de registros se presentó entre 1996 y 2000, situación que coincidió con la puesta en marcha del PDP.

El régimen de propiedad para la mayoría de los criaderos era particular (80%) y en segundo lugar ejidal (14%). Un menor porcentaje (4%) lo ocupaban los criaderos registrados en predios comunales, federales y privados, de los cuales no se logró determinar el tipo de propiedad en 2% de los registros. Todos los criaderos registrados contaban con un plan de manejo aprobado por la DGVS y sólo 24 presentaron informes anuales.

Los principales objetivos identificados en este tipo de UMA en el estado fueron la reproducción y el aprovechamiento comercial de ejemplares, seguido por la exhibición. Cabe señalar que, a pesar de que uno de los propósitos prioritarios de las UMA es la conservación (a diferencia de los PIMVS), el objetivo que menos se mencionó fue la repoblación (figura 2).

Para poder realizar un aprovechamiento de ejemplares criados en UMA, éstos deben ser certificados por algún sistema de marcaje que los diferencie del comercio ilegal (Morales 2002). Un análisis del tipo de marcaje permitió identificar que los más comunes fueron los aretes, microchips, tatuajes y anillos. El marcaje de etiqueta se utilizó exclusivamente para lepidópteros (mariposas). Los anillos fueron el tipo más utilizado en aves, mientras que en mamíferos se utilizaron mayormente aretes y microchips. Los menos utilizados fueron los cintillos, tatuajes, muescas y grapas.

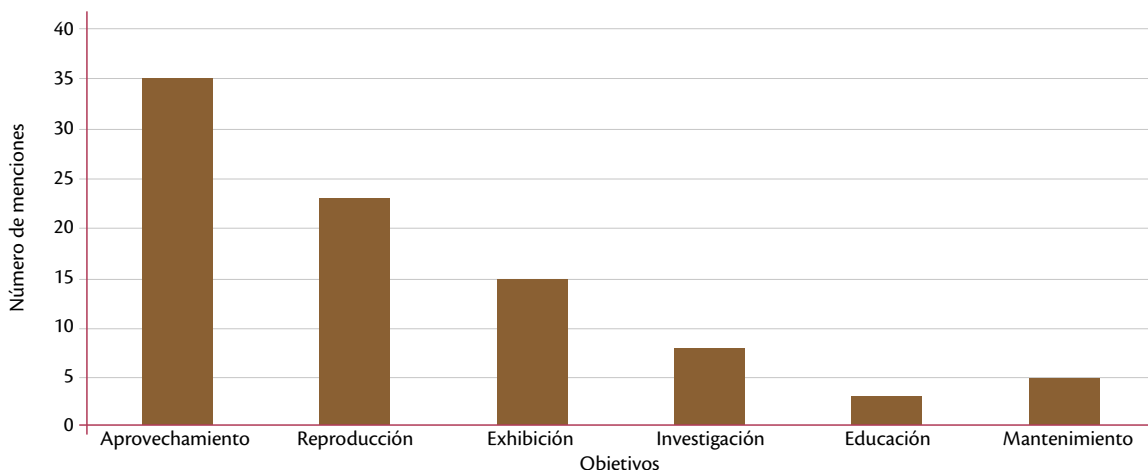


Figura 2. Frecuencias de mención de los objetivos planteados por criaderos en Morelos hasta 2010. Fuente: elaboración propia con información de los documentos de trabajo, Suzán *et al.* 2012.

Con respecto a las especies aprovechadas, existía un mayor número de criaderos con fauna exótica o mixta (especies nativas y exóticas) en comparación con aquellas que manejaban sólo especies nativas.

Al analizar la información referente a las especies aprovechadas en la región centro entre 1995 y 2009, se encontró que los mamíferos fueron las especies más comercializadas, seguidas de las aves. En menor medida se aprovecharon varias especies de reptiles y lepidópteros. Se determinó que Morelos era el estado que contaba con la mayor proporción de aprovechamientos sobre el total

de especies registradas para las UMA en toda la región. El estado destacó en cuanto a mamíferos (61%), reptiles (63%), lepidópteros (42%) y aves (30%; figura 3), aunque en su mayoría fueron exóticos.

Viveros

Los tipos de aprovechamiento extractivo más comunes realizados en los viveros se concentraron en especies de ornato, alimenticias e insumos para la industria. Por su parte, los no extractivos se enfocaron en el ecoturismo, la



Figura 3. Ejemplares de fauna manejados en UMA intensivas de Morelos: a) venado cola blanca en una UMA con fines de reproducción y repoblación y b) crías de iguana negra con fines de aprovechamiento. Fotos: Chávez Juárez (a), Topiltzin Contreras-MacBeath (b).

exhibición de ejemplares, la investigación y la educación ambiental (INE y SEMARNAP 2000).

La información sobre el manejo en confinamiento de especies vegetales fue difícil de analizar en el estudio mencionado, debido a la gran cantidad de especies mantenidas en cada predio, ya que incluso llegaron a ser cientos con miles de ejemplares. En el caso de Morelos había 56 viveros y tres jardines botánicos de especies silvestres hasta 2010. En la región centro, la mayoría de los viveros cultivaban y aprovechaban diferentes especies de las familias Cactaceae, Orchidaceae y Agavaceae (figura 4).

UMA de vida libre

Para estas UMA, la SEMARNAT otorga a sus titulares el derecho al aprovechamiento y le asigna la corresponsabilidad en la conservación del hábitat y las especies que ahí habitan, junto con los responsables técnicos.

Las 45 UMA de vida libre registradas en la evaluación de 2010 tenían una superficie de 144 369.64 ha. De éstas, se cancelaron dos para 2012 (108 ha). La extensión promedio de las UMA en la entidad fue de $1\ 846.12 \pm 1\ 192.97$ ha, de las cuales, la de menor extensión es de 14 ha y la de mayor de 49 931 ha (Suzán *et al.* 2012). De acuerdo con CONAFOR (2014), el número de UMA de vida libre en el estado para 2014 aumentó a 50, en una superficie de 151 074.81 ha (30% del territorio estatal).



Figura 4. UMA de orquídeas en Amatlán de Quetzalcóatl, Tepoztlán. Es importante promover la implementación de estas UMA para evitar la extracción y venta de plantas provenientes de la naturaleza. Foto: Topiltzin Contreras-MacBeath.

Las 43 UMA activas registradas hasta 2010, se ubicaban en 17 de los 33 municipios del estado. La mayoría (13) se encontraban en Tlaquiltenango (figura 5) con una extensión de 33 025 ha. Una de las UMA fue regional, y ocupó la mayor extensión con 14 localidades pertenecientes a seis municipios y fue creada por una asociación de cazadores cinegéticos.



Figura 5. UMA en vida libre en la Sierra de Huautla permiten un paisaje diversificado de agroecosistemas entre la selva baja del sur de Morelos. Foto: David García Solorzano/Alianza Mexicana para la Conservación de la Vida Silvestre A.C.

La totalidad de las UMA de vida libre en el estado son de propiedad social (ejidal o comunal). Esto implica que la vida silvestre se maneja como recursos de uso común (RUC) por los pobladores. Actualmente, muchas de ellas trabajan de forma organizada, a través de asambleas de comisariados ejidales (Juárez 2017).

La propiedad social y el trabajo regional en materia de conservación son características muy particulares de Morelos (figura 5; Juárez 2017). La mayoría se concentra en los núcleos agrarios de los municipios al sur de la entidad (figura 6; CONAFOR 2014).

No obstante, al menos dos UMA se identificaron bajo la modalidad de tenencia por poder, lo que significa que existe algún tipo de contrato y que el aprovechamiento y manejo de las especies silvestres lo realiza un tercero. Todas las UMA de vida libre manejaban exclusivamente especies nativas y contaban con un plan de manejo autorizado (figura 7).

De 1998 hasta la temporada de cacería 2009-2010 se contabilizaron 222 registros de aprovechamiento extractivo, para 28 especies en el estado. Poco más de la mitad correspondieron a venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Asimismo, fue significativo el aprovechamiento de conejos, palomas y codornices, por el número de ejemplares reportados (211 946).

Las aves canoras y de ornato destacaron, pues se extrajeron legalmente una gran cantidad de ellas durante sólo dos temporadas: 2001-2002 y 2005-2006 (cuadro 1). Cabe señalar que una temporada de aprovechamiento corresponde sólo a un año, de verano a verano.

Para todas las especies, el volumen de ejemplares nativos cosechados estaba muy por debajo de aquellos que se autorizaron por temporada. La CONAFOR (2014), en un diagnóstico reciente sobre la situación de las UMA del estado, expone que el mercado para sus productos tiene lugar a escala estatal y nacional para cuatro especies:



Figura 6. Ejidatarios del sur de Morelos durante las labores del programa de conservación de venado cola blanca. Fotos: David García Solorzano/ Alianza Mexicana para la Conservación de la Vida Silvestre A.C.



Figura 7. Los planes de manejo de UMA en vida libre incluyen actividades de mejoramiento de hábitats como: a) la construcción de bebederos y b) comederos para atraer fauna silvestre. Fotos: David García Solorzano/ Alianza Mexicana para la Conservación de la Vida Silvestre A.C.

Cuadro 1. Aprovechamiento de especies en UMA extensivas en Morelos hasta 2010.

Grupo	Animales aprovechados	Género	Especies y subespecies	Registros	Porcentaje (%)	Temporadas	UMA	Ejemplares autorizados	Ejemplares aprovechados
Mamíferos	Venados	<i>Odocoileus</i>	<i>virginianus</i> y <i>v. mexicanus</i>	117	52.7	1998-2010*	13	1 040	650
	Conejos	<i>Sylvilagus</i>	<i>cunicularius</i> y <i>floridanus</i>	14	6.3	2003-2010	1	25 870	25 158
	Subtotal			131	59.0			26 914	25 808
Aves	Canoras y de ornato	<i>Calocitta</i>	<i>formosa</i>	40	18.0	2001-2002 y 2005-2006	2	15 590	ND
		<i>Carduelis</i>	<i>psaltria</i>						
		<i>Euphonia</i>	<i>elegantissima</i>						
		<i>Guiraca</i>	<i>caerulea</i>						
		<i>Icterus</i>	<i>cucullatus, galbula, galbula bullockii y pustulatus</i>						
		<i>Momotus</i>	<i>wagleri</i>						
		<i>Ortalis</i>	<i>mexicanus</i>						
		<i>Passerina</i>	<i>poliocephala y leclancheri</i>						
		<i>Pheucticus</i>	<i>versicolor</i>						
		<i>Piranga</i>	<i>chrysopeplus</i>						
		<i>Toxostoma</i>	<i>rubra</i>						
		<i>Turdus</i>	<i>curvirostre</i>						
		<i>Piaya</i>	<i>rufopalliatu</i>						
	<i>Trogon</i>	<i>cayana y elegans</i>							
Acuáticas	<i>Bartramia</i>	<i>longicauda</i>	1	0.5	2003-2004	1	180	0	
Palomas	<i>Zenaida</i>	<i>asiatica y macroura</i>	22	9.9	2000-2010	4	251 198	156 765	
Codornices	<i>Colinus</i>	<i>virginianus</i>	28	12.6	2000-2010	2	68 162	30 023	
	<i>Philortyx</i>	<i>fasciatus</i>							
Subtotal			91	41.0			335 130	186 788	
Total			222	100.0			362 044	212 596	

*Excepto la temporada 1999-2000. Fuente: elaboración propia con datos de Suzán *et al.* 2012.

venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), palomas huilota (*Zenaida macroura*) y de alas blancas (*Zenaida asiatica*) e iguana negra (*Ptenosaura pectinata*), mientras que es de carácter local o regional para dos especies de conejos y dos de codornices. En todos los casos, a excepción de la iguana, el aprovechamiento es cinegético (caza deportiva).

Con relación a la densidad (número de individuos por unidad de superficie) que presentaron las especies nativas aprovechadas en las UMA, el análisis se realizó sólo para el venado cola blanca, debido a que el número de datos para el resto de las especies no fue significativo.

Para ello, se recopilaron de los expedientes de la SEMARNAT los datos de densidad reportados en los estudios poblacionales realizados para cada temporada

de aprovechamiento en todas las UMA donde existieran datos. Así, para el venado cola blanca de la subespecie mexicana se encontró una densidad promedio de 0.16 ind/ha (individuos por hectárea), en 10 temporadas de aprovechamiento. Aunque fue aventurado realizar esta aproximación (a través de los promedios reportados por las UMA), sirvió para comparar los resultados con aquellos reportados en la literatura científica, que en el caso de Morelos son limitados.

En la literatura científica se buscaron datos de densidad para el venado cola blanca y se encontraron dos registros para esta subespecie: 0.018 ind/ha (López-Téllez *et al.* 2007) y 0.27 ind/ha (Flores-Armillas *et al.* 2011). A pesar de que uno de los estudios no corresponde a la entidad, su ubicación es cercana y representa el mismo tipo

de hábitat. Se puede observar que el dato de densidad promedio estimado en las UMA del estado se encuentra dentro del rango existente en los estudios citados.

Es necesario insistir que, a partir de los datos reportados por los técnicos se dificulta realizar estudios de dinámica poblacional para los venados, pues la información sobre los métodos utilizados y los esfuerzos de muestreo es escasa. No obstante, puede ser útil elaborar este tipo de análisis para determinar el éxito de las UMA en materia de conservación de las poblaciones de vida silvestre (cuadro 2).

El análisis de las temporadas de aprovechamiento comprendidas entre 1997-1998 y 2009-2010 de las UMA en vida libre, permitió identificar que los tipos de marcaje fueron casi exclusivos por grupo taxonómico (a excepción del cintillo de cobro, que es un documento otorgado por la SEMARNAT que autoriza el aprovechamiento cinegético para todas las especies en general). De esta manera, se observó que para 81% de los mamíferos aprovechados en el estado se utiliza el cintillo de cobro. Esto refleja mayormente la finalidad cinegética de los aprovechamientos en UMA en vida libre (Morales 2002).

En cambio, en 2% de los casos se utilizaron otros como, arete además del cintillo o se dejó a consideración de la UMA la asignación del marcaje (siempre y cuando se hiciera recuento de ello en los informes). En estos casos la finalidad del aprovechamiento fue comercial (especialmente de especies exóticas o nativas en confinamiento). Asimismo, 4% correspondió a cinco registros sin marcaje porque el aprovechamiento fue local o los permisos se emitieron como de subsistencia (autoconsumo). En 13% de los casos no existió el dato.

En el caso de las aves, la gran mayoría de los aprovechamientos son a partir de poblaciones silvestres, donde utilizan el cintillo de cobro o los anillos metálicos abiertos para el marcaje de la gran cantidad de especies canoras que se comercializaban como aves de ornato en el estado (Morales 2002).

Del total de UMA en vida libre registradas para 2010 (45 UMA), sólo 20 habían entregado en alguna ocasión por lo menos un informe anual de actividades (46.6%). Esto es, más de la mitad nunca entregó informes, o al menos, éstos no figuraron en su expediente. De las UMA que presentaron informes, 36.6% lo había hecho a partir de los años 2007, 2008 y 2009, lo cual quizá se encuentra relacionado con el reforzamiento normativo que significó la publicación del reglamento de la LGVS en 2006. La mayoría de los informes anteriores a tal fecha, únicamente contenían un reporte de las actividades de aprovechamiento.

Efectividad de las UMA

Los planes de manejo deben basarse en las condiciones y necesidades de los dueños y de los territorios. Sirven como guía y referencia para el desarrollo de actividades en el sitio y permiten evaluar los avances en la conservación y el manejo a través de los informes de actividades anuales (Ortiz Monasterio 2011).

Del análisis de los informes anuales se concluyó que éstos no reflejaron, en toda su magnitud, los resultados y los logros de las UMA con respecto a los objetivos y metas que se plantearon en el plan de manejo. Por lo que la evaluación sobre el éxito del manejo y la conservación de las UMA, a partir de la información disponible en la base de datos de este estudio, fue limitada. No obstante, algunos datos relevantes fueron sistematizados.

Los objetivos comúnmente mencionados en los planes de manejo de las UMA en la entidad fueron la diversificación de la producción (16%) y el aprovechamiento comercial (12%), seguidas del bienestar de la comunidad (9.6%), el ecoturismo (9%), y el manejo del hábitat (7.2%). Se observó que Morelos fue el estado de la región centro con más objetivos específicos.

Con relación a las metas establecidas en el plan de manejo, en el corto, mediano y largo plazo, predominaron la

Cuadro 2. Referencias de densidad reportadas para venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*).

Referencias	Área	Método de muestreo	Periodo de muestreo	Densidad promedio
López-Téllez <i>et al.</i> 2007	Mixteca poblana, selva baja caducifolia*	Conteo de grupos fecales	Marzo del 2000 a marzo de 2001	1.8 ± 0.01 ind/km ² (0.018 ind/ha)
Flores-Armillas <i>et al.</i> 2011	Centro del Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos	Conteo de grupos fecales	Invierno 2006 y primavera 2007	2.7 ind/km ² (0.27 ind/ha)

*Ubicación cercana a Morelos y hábitat similar a la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Huautla. Fuente: elaboración propia con datos de López-Téllez *et al.* 2007 y Flores-Armillas *et al.* 2011.

creación de capital social y la diversificación de la producción. Además, se observó que la investigación, la creación y el mantenimiento de instalaciones intensivas, se encuentran mencionadas, en casi las mismas proporciones.

En las metas a mediano plazo se tiene la instauración de convenios con otras UMA o instituciones. En las metas a largo plazo, destacó la obtención de pago por servicios ambientales por parte del gobierno, y el establecimiento de instalaciones para el manejo intensivo. El manejo del hábitat también sobresalió, junto con la generación de empleos.

Un problema importante fue la carencia de información sobre la superficie territorial que abarcan realmente las UMA. De los 45 expedientes revisados se encontró que sólo 85% contenía información geográfica: listado de coordenadas o mapas, a partir de los cuales era factible digitalizar polígonos. Sin embargo, de este porcentaje únicamente se lograron digitalizar los polígonos y ubicar puntos en los mapas para 19% de las UMA, debido a que los datos presentaban diferentes inconsistencias.

Por otro lado, con el análisis de los informes de la región se identificaron elementos que aportan datos para conocer el impacto social de las UMA como la generación de empleos permanentes y temporales, así como los servicios ofertados, entre los que destacan: alimentación, guía, hospedaje y otros. En el rubro de otros se incluyen actividades como la renta de caballos, estancia para prácticas académicas, producción de hongos, carcería comercial, estacionamiento, venta de artesanías y transporte.

De acuerdo con la información disponible en la base de datos, el número de empleos es el indicador más claro del bienestar humano que generan las UMA. Al respecto, en la región sur de México, se identificaron UMA que sobresalen por el número de empleos temporales. En este sentido, el estado reporta la generación de 330 empleos en 2008; y dos más reportan 440 y 770 empleos generados en 2009. Fue claro que se crean más empleos temporales que permanentes.

Problemática de las UMA

El modelo de las UMA se aplica en ranchos ganaderos del norte del país integrando la producción agropecuaria con la utilización de flora y fauna silvestres. Ahí las condiciones ecológicas y socioeconómicas locales permiten imitar el exitoso modelo empresarial de los ranchos cine-

géticos de Texas; donde se aprovechan, praderas semiáridas con aptitud ganadera y los matorrales áridos, hábitat natural de una subespecie con muy alta demanda cinegética: el venado texano (*Odocoileus virginianus texanus*). Sin embargo, pareciera que su desarrollo económico es limitado en la zona centro y sur del país (González *et al.* 2003, Valdez *et al.* 2006, Weber *et al.* 2006).

De acuerdo con algunos autores, parte de la problemática y limitaciones de las UMA del centro y sur del país, se debe a que se intenta aplicar directamente el modelo del norte. Asimismo, se asocian otros problemas relacionados con corrupción, deficiencias de manejo, escasez de especialistas y falta de conocimiento sobre el manejo apropiado del ecosistema (González *et al.* 2003, Valdez *et al.* 2006, Weber *et al.* 2006, García-Marmolejo *et al.* 2008).

La mayoría de las UMA no cumple su misión de brindar alternativas de desarrollo a la comunidad rural y menos contribuir con la conservación. Weber *et al.* (2006) establecen que esto ha generado controversia e inclusive externalan la propuesta de abandonar esta forma de aprovechamiento.

Otro aspecto relacionado con las problemáticas es que, a partir del establecimiento de los PIMVS, los criaderos que manejan especies exóticas o nativas con fines exclusivamente comerciales dejaron de ser regulados por la SEMARNAT. Los criaderos que operan con especies exóticas, si no hacen un manejo adecuado de sus poblaciones, pueden generar problemas ecológicos, debido a que éstas se pueden tornar invasoras y causar impactos severos sobre los ecosistemas naturales o sobre las actividades humanas (Álvarez-Romero *et al.* 2008).

Cuando dichas especies llegan a establecerse en ecosistemas naturales, se alimentan, compiten por alimento y pueden hibridarse con especies nativas; así transforman y destruyen el hábitat. Además, pueden ser portadoras de enfermedades y parásitos transmisibles, capaces de enfermar y exterminar poblaciones y especies nativas enteras (Álvarez-Romero *et al.* 2008).

En este sentido, es posible determinar que además de la aparente falla conceptual de la aplicación del modelo de las UMA en Morelos, existe una diversidad de amenazas importantes para su desarrollo, entre las que destacan: 1) la dificultad latente que podría significar la incidencia de especies exóticas por un mal manejo en los PIMVS; 2) el aprovechamiento ilegal; 3) la falta de cultura sobre la conservación de la vida silvestre; 4) la presión de las actividades humanas sobre el hábitat; 5) el efecto

de los incendios forestales; 6) las políticas públicas de subsidio mal orientadas; y 7) la contradicción entre las políticas que apoyan el aprovechamiento de la vida silvestre con las de fomento agropecuario.

Oportunidades de mejora en la operación de las UMA

Se ha planteado revisar el concepto de UMA e incluso se han detallado algunos aspectos prioritarios para la agenda de investigación del tema (García-Marmolejo *et al.* 2008, Gallina-Tessaro y Mandujano 2009, Gallina-Tessaro *et al.* 2009) como lo son:

- a) Evaluar la efectividad del modelo en diferentes ambientes, en particular los tropicales (Valdez *et al.* 2006, Weber *et al.* 2006, Sisk *et al.* 2007).
- b) Conocer el papel de los ungulados silvestres como estructuradores de la vegetación en bosques tropicales bajo este esquema de manejo (Dirzo y Miranda 2000).
- c) Profundizar en el estudio sobre las relaciones inter e intraespecíficas de estas especies silvestres, cómo se distribuyen y utilizan el hábitat, así como la conectividad entre áreas naturales protegidas y UMA (Mandujano y González-Zamora 2009).

Por otra parte, Gallina-Tessaro *et al.* (2009), a manera de recapitulación de evaluaciones efectuadas con anterioridad a las UMA, proponen diferentes medidas para mejorar esta modalidad de conservación. Entre dichas medidas se incluye la capacitación técnica de responsables, la necesidad de transparencia en la operación, la mejora de mecanismos de vigilancia y seguimiento, así como la promoción de la educación a todos los niveles.

Con el análisis realizado para este trabajo se observó que quedan pendientes varios aspectos como: 1) la contribución de la vida silvestre en el mantenimiento de prácticas tradicionales de uso de recursos por las comunidades rurales y la seguridad alimentaria; 2) las posibles soluciones a la problemática derivada de la introducción de especies exóticas; 3) el bienestar animal en el aprovechamiento y producción de fauna silvestre.

Asimismo, son escasos los estudios sobre el impacto social y económico en las comunidades rurales, cuya mejoría en la calidad de vida era uno de los principales objetivos del programa de UMA. En específico, se carece de investigaciones que analicen la percepción de los po-

bladores hacia este modelo de conservación y por ende los niveles de apropiación e implementación adecuada.

Es indudable que el modelo original de las UMA en ocasiones ha sido mal interpretado o aplicado y necesariamente requiere mejoras. No obstante, cualquiera que sea el modelo resultante de una revisión, la gestión de la vida silvestre es prioritaria para regular su aprovechamiento racional (González-Rebeles Islas y Méndez-Méndez 2014a, b). La flora y fauna silvestres en el estado son un recurso importante en la dieta, de utilidad en la medicina tradicional y para el bienestar humano en general de las comunidades rurales (CONAFOR 2014, Juárez Mondragón *et al.* 2015, Velarde y Cruz 2015, Juárez 2017).

En un diagnóstico de CONAFOR (2014) se menciona que la existencia de un mercado en Morelos, Ciudad de México, Puebla, Guerrero y Estado de México, junto con el interés de al menos 30 núcleos agrarios por conformar una red de UMA al sur de la entidad para comercializar sus productos, bienes y servicios, son las principales oportunidades para el crecimiento económico de las UMA en el estado. Además de los productos utilizados directamente a partir de las especies silvestres, se proyecta la obtención de recursos económicos a través del pago por servicios ambientales, el ecoturismo y el aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables.

Conclusiones

La evaluación mostró diferentes aspectos a mejorar en cuanto a la organización de expedientes y los puntos críticos que afectan el funcionamiento de las UMA, así como el apropiado manejo de sus recursos; esto coincide con la problemática reportada en la literatura.

Algo que resultó evidente y se puede sugerir a manera de recomendación es fortalecer los mecanismos de supervisión y seguimiento de las UMA, debido a que en términos generales no se cumple con los requisitos mínimos como la elaboración y el funcionamiento de los planes de manejo, los informes y el monitoreo de los recursos. En particular, el concepto mismo de las UMA parece ir perdiendo su relación con la conservación por un interés más comercial.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que el presente reporte representa sólo la integración, la organización y el análisis de la información disponible y que fue factible recuperar. Este trabajo, es un diagnóstico de la situación de las primeras décadas del funcionamiento del programa a partir de la información con la que se cuenta en los expe-

dientes de la SEMARNAP. Por lo que, necesariamente se requiere de una segunda fase de evaluación para verificar en el campo los diferentes puntos críticos identificados con una muestra representativa de UMA.

El análisis evidenció aspectos limitantes o ausentes en el manejo y operación de las UMA, lo cual sería necesario evaluar en estudios posteriores y/o fomentar entre los usuarios, para cumplir con la meta de conservación en un sentido amplio, como la protección estricta, el aprovechamiento y la restauración. Para tal efecto se sugiere:

- a) Analizar la sustentabilidad del aprovechamiento, esto es que, a partir de un registro sistemático de las cuotas autorizadas y los reportes de aprovechamiento, se comparen periódicamente, con el fin de determinar el éxito de cosecha o requerimientos de ajuste.
- b) Analizar las técnicas de estimación de la abundancia de diferentes especies y contrastarlas con los datos reportados en la literatura obtenidos por medio de técnicas utilizadas para diferentes grupos taxonómicos en las condiciones ambientales correspondientes. En particular, reglamentar y vigilar que la cuota de cosecha se calcule a partir de la tasa de reclutamiento de una población (proporción de nuevos individuos que se adicionan a la población en el siguiente evento reproductivo) y no de la población en sí.
- c) Para el caso de los ejemplares cautivos, es necesario considerar aspectos de bienestar animal, a partir del análisis el diseño apropiado de instalaciones, así como su comportamiento social y de mantenimiento, aspectos sanitarios y prevención de enfermedades, nutrición y alimentación; factores que deben ser incorporados en los planes de manejo.
- d) Uno de los objetivos del PDP era que las UMA complementaran al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, al sumar áreas bajo actividades ambientalmente sostenibles y de protección a la vida silvestre. No obstante, el modelo UMA debería integrarse también con otros usos del suelo, bajo estrategias regionales de aprovechamiento racional y diversificado de los recursos, de manera que se logren optimizar las formas de producción agropecuaria y forestal convencionales (mitigando su impacto y controlando su expansión). Además, es necesario complementar su funcionamiento con opciones

de producción ambientalmente sostenibles (con especies de flora y fauna domésticas, silvestres o en combinación), así como actividades de aprovechamiento no extractivo y de protección estricta. Es necesario promover una visión bioregional de uso del suelo, que considere la relevancia de la diversidad cultural y su cosmovisión, así como un manejo de la vida silvestre a nivel de paisaje que involucre a las poblaciones silvestres y comunidades vegetales más que a sus fracciones (Toledo y Boege 2010, Toledo 2010, Mandujano 2011, González-Rebeles Islas y Méndez-Méndez 2014a, b, Bezaury-Creel *et al.* 2015).

- e) Si bien, el modelo de las UMA es una herramienta de regulación federal que ha contribuido en la implementación de algunas prácticas de manejo encaminadas a favorecer la conservación de la vida silvestre, no puede evaluarse de manera aislada como un elemento de administración gubernamental. Es un modelo, que involucra la interconexión de diversos actores sociales, entre los que se incluyen pobladores, técnicos y funcionarios públicos, que requieren trabajar conjuntamente (co-manejo). Es por ello que, es importante integrar al objetivo de la conservación aspectos económicos, sociales y culturales, además de los técnicos.

Gracias al trabajo de los técnicos, Morelos es un ejemplo al establecer canales de comunicación entre las diferentes dependencias y pobladores locales. Esto ha repercutido en la implementación y manejo de las UMA. Sin embargo, aún falta mucho por conocer sobre lo que sucede al interior de los territorios en los que se implementan.

A partir de una comunicación que respete las diferencias y las similitudes se logrará la apropiación del modelo UMA, por parte de los pobladores locales. Esto se traducirá, en la generación de información valiosa para el país y la conservación de la vida silvestre, asociada a la calidad de vida de los propietarios de las UMA.

En este sentido, se podría pensar en la idoneidad de generar documentación más completa, con información verídica y bajo ciertos formatos establecidos. Un gran reto, es que por un lado se requiere la estandarización de cierta información técnica (biológica) y por el otro, datos característicos de los factores sociales, económicos, culturales y del territorio de cada UMA.

Referencias

- Álvarez-Romero, J.G., R.A. Medellín, A. Oliveras et al. 2008. *Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad*. CONABIO/ Instituto de Ecología-UNAM/SEMARNAT, México.
- Anta, S., J. Carabias, A. Díaz et al. 2008. Consecuencias de las políticas públicas en el uso de los ecosistemas y la biodiversidad. En: *Capital natural de México: políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*. vol. III. CONABIO, México, pp. 87-153.
- Borzaury-Creel, J.E., S. Graf-Montero, K. Barclay-Briseño et al. 2015. *Los paisajes bioculturales, un instrumento para el desarrollo rural y la conservación de patrimonio natural y cultural*. SEMARNAT, México.
- CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2014. *Diagnóstico estatal de las prácticas de manejo de vida silvestre (pvms) en el estado de Morelos*. CONAFOR/SEMARNAT, Morelos.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 2000. Contemporary tropical defaunation and forest structure, function and diversity a sequel to John Terborgh. *Conservation Biology* 4:444-447.
- Flores-Armillas, V., S. Gallina, J. García et al. 2011. Selección de hábitat por el venado cola blanca *Odocoileus virginianus mexicanus* (Gmelin, 1788) y su densidad poblacional en dos localidades de la región centro del Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México. *Therya* 2:263-267.
- Gallina-Tessaro, S., A. Hernández, Ch. Delfin y A. González. 2009. Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación ambiental ciencia y política pública* 2:143-152.
- Gallina-Tessaro, S. y S. Mandujano. 2009. Investigaciones sobre ecología, conservación y manejo de ungulados silvestres en México. *Tropical Conservation Science* 2:128-139.
- García-Marmolejo, G., G. Escalona-Segura y H. Van Der Wall. 2008. Multicriterial evaluation of wildlife management units in Campeche, México. *Journal of Wildlife Management* 72:1194-1202.
- González, R.M., R. Montes y J. Santos. 2003. Caracterización de las unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de fauna silvestre en Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 2:13-21.
- González-Rebeles Islas, C. y M.M. Méndez-Méndez. 2014a. Recursos de fauna silvestre en México. En: *Ecología y manejo de fauna silvestre en México*. R. Valdez y J. Ortega (eds.). Biblioteca Básica de Agricultura/Editorial del Colegio de Posgraduados/COLPOS/UACH/ Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, México, pp. 73-101.
- . 2014b. Desarrollo de la normatividad y administración de la fauna silvestre en México. En: *Ecología y manejo de fauna silvestre en México*. R. Valdez y J. Ortega (eds.). Biblioteca Básica de Agricultura/Editorial del Colegio de Posgraduados/COLPOS/UACH/ Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, México, pp. 519-535.
- INE y SEMARNAP. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. *Estrategia nacional para la vida silvestre. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000*. Dirección General de Vida Silvestre-INE/SEMARNAP, México.
- Juárez, A. 2017. *Prácticas de aprovechamiento en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) del sur de Morelos*. Tesis de doctorado en ciencias de la producción y de la salud animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM, México.
- Juárez Mondragón, A., C. González-Rebeles, A. Castillo et al. 2015. La vida silvestre manejada como recursos de uso común: estudio de caso en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 18:313-331.
- López-Téllez, M.C., S. Mandujano y G. Yánes. 2007. Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 23:1-16
- Mandujano, S. 2011. Consideraciones ecológicas para el manejo del venado cola blanca en bosques tropicales. En: *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México*. O. Sánchez, P. Zamorano, E. Peters y H. Moya (eds.). SEMARNAT/INE/U.S. Fish and Wildlife Service/UPC/Universidad Autónoma de Tamaulipas/UAEM, México, pp. 249-276.
- Mandujano, S. y A. González-Zamora. 2009. Evaluation on natural conservation areas and wildlife management units to support minimum viable populations of white-tailed deer in México. *Tropical Conservation Science* 2:237-250.
- Morales, S.T. 2002. El sistema de marcaje, requisito solicitado en el plan de manejo de UMA y que es indispensable para movimiento y el aprovechamiento extractivo de fauna silvestre a nivel nacional. En: *Memorias del XIX Simposio sobre Fauna Silvestre Gral. M.V. Manuel Cabrera Valtierra*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM, México.
- Ortiz Monasterio, A. 2011. La administración descentralizada de algunos aspectos del manejo de la vida silvestre en México: síntesis del proceso y marco jurídico. En: *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México*. O. Sánchez, P. Zamorano, E. Peters y H. Moya (eds.). SEMARNAT/INE/U.S. Fish and Wildlife Service/UPC/ Universidad Autónoma de Tamaulipas/UAEM, México, pp. 335-349.
- Retana-Guiascón, O.G. 2006. *Fauna silvestre de México. Aspectos históricos de su gestión y conservación*. FCE/Universidad Autónoma de Campeche, México.
- SEMARNAP. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1997. *Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva del sector rural, 1997-2000*. SEMARNAP, México.

- . 2000. *Ley General de Vida Silvestre*. Publicada el 3 de julio del 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 19 de enero de 2018.
- SEMARNAT. 2006. *Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre*. Publicado el 30 de noviembre de 2006 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 9 de mayo de 2014.
- . 2010a. *Compendio de estadísticas ambientales 2010*. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. En: <http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/00_intros/presentacion.html>, última consulta: 16 de abril de 2012.
- . 2010b. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- . 2013. *Decreto por el que se reforman los artículos 27 y 78 y se adiciona un artículo 78 Bis a la Ley General de Vida Silvestre*. Publicado el 26 de diciembre de 2013 en el Diario Oficial de la Federación.
- . 2014. *Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre*. Publicado el 9 de mayo de 2014 en el Diario Oficial de la Federación.
- Sisk, T., A. Castellanos y G. Koch. 2007. Ecological impacts of wildlife conservation units policy in México. Workshop International Conference of the Ecological Society of América. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(4):209-212.
- Suzán, G., C. Rebeles-Islas, M. Méndez et al. 2012. *Proyecto HV007: Contribución a la conservación de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) en la zona centro de México (Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Morelos): Primera etapa. Informe Final Proyecto UMA-Región Centro*. CONABIO, México.
- Toledo, V.M. 2010. La conservación de la biodiversidad. En: *La biodiversidad de México, inventarios, manejo, usos, informática, conservación e importancia cultural*. V.M. Toledo (ed.). Consejo Nacional para la Cultura y las Artes/FCE, México, pp. 327-351.
- Toledo, V.M. y E. Boege. 2010. La biodiversidad, las culturas y los pueblos indígenas. En: *La biodiversidad de México, inventarios, manejo, usos, informática, conservación e importancia cultural*. V.M. Toledo (ed.). Consejo Nacional para la Cultura y las Artes/FCE, México, pp. 160-192.
- Valdez, R., J.G. Guzmán, F.J. Abarca et al. 2006. Wildlife conservation and management in Mexico. *Wildlife Society Bulletin* 34(2):270-282.
- Velarde, E.S. y A. Cruz. 2015. La fauna Silvestre y su relación con el bienestar de tres comunidades de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos. *Etnobiología* 13(1):39-52.
- Weber, M., G. García-Marmolejo y R. Reyna-Hurtado. 2006. The tragedy of the commons: Wildlife Management Units in Southeastern Mexico. *Wildlife Society Bulletin* 34(5):1480-1488.

UMA intensivas: viveros

Consuelo Bonfil, Mónica Hernández Jordán y Adriana Núñez Cruz

Introducción

En las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) modalidad intensiva, las especies de plantas o animales se encuentran en confinamiento para mantener las condiciones controladas, dado que el manejo se realiza fuera de su hábitat natural. Ejemplos de este tipo de UMA son los jardines botánicos, viveros, criaderos intensivos o zoológicos (Valdez *et al.* 2006).

Hasta 2008, Morelos ocupaba el cuarto lugar a nivel nacional con 78 UMA intensivas registradas, que eran en su mayoría viveros (CONABIO 2012). De acuerdo con datos actualizados hasta enero de 2016 y proporcionados por la delegación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en Morelos hay 74 unidades intensivas registradas, por lo que su número no parece haber variado mucho en los últimos años. La extensión total que ocupan es de 1 608 ha, y se distribuyen en 21 municipios. Cuautla es el municipio con mayor número de registros, seguido por Cuernavaca y Yautepec.

Además de las registradas en la delegación de la SEMARNAT, hasta 2015 había otras 13 unidades intensivas registradas en la Dirección General de Vida Silvestre. Cabe mencionar que esta posibilidad de registrarlas en más de una dependencia dificulta su seguimiento y evaluación global.

No es posible tener información precisa sobre las especies vegetales que se producen en los viveros, pues en la mayoría de los casos sólo se declaran especies de flora o cactáceas, o alguna especie en particular (notablemente la pata de elefante, *Beaucarnea recurvata*, o la palma real, *Roystonea regia*). Esto conlleva dificultades para analizar su contribución a la conservación y uso de las especies nativas del estado o del país. Sin embargo,

es probable que este número sea importante en algunos grupos de plantas, como cactáceas y crasuláceas.

Debido a la falta de información más detallada sobre el funcionamiento de los viveros reconocidos como UMA intensivas, se realizaron visitas a dos UMA en el municipio de Jonacatepec, al sur del estado, y se entrevistó a los representantes legales (Bonfil *et al.* 2017).

Jardín Jonacatepec

Esta UMA surgió debido a que el representante legal comenzó a coleccionar ejemplares de flora desde 1985. Su extensión aproximada es de 3 500 m² y en ella trabajan nueve personas. Tiene un plan de manejo aprobado, y su objetivo principal es la comercialización de plantas, especialmente de las familias Agavaceae, Cactaceae, Crassulaceae, Cyatheaceae, Magnoliaceae, Nolinaceae, Orchidaceae y Zamiaceae, y se realizan visitas guiadas, exhibiciones y venta de ejemplares (figura 1).

La especie que más se vende es el cacto barril o bola de oro (*Echinocactus grusonii*), especie endémica del país y en peligro de extinción en su hábitat. Los ejemplares se venden por catálogo, aunque la mayor parte de la producción se comercializa a través de dos viveros ubicados en Cuautla. Se realiza un monitoreo mensual de los ejemplares y cuentan con un sistema de marcaje.

UMA Peyotl

El objetivo principal de esta UMA es la conservación y exhibición de ejemplares. En ella se propagan 117 especies, principalmente de orquídeas y cactáceas (figura 2). Funciona desde 2007 y surgió debido a que el dueño tenía una gran colección de orquídeas.

Bonfil, C., M. Hernández Jordán y A. Núñez-Cruz. 2020. UMA intensivas: viveros. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 346-349.



Figura 1. Vista panorámica del vivero del Jardín Jonacatepec. Foto: Mónica A. Hernández Jordán.



Figura 2. Vivero de la UMA Peyotl. Fotos: Mónica A. Hernández Jordán

La propagación de orquídeas tiene fines horticulturales, por lo que se seleccionan especies con una vara corta y robusta y flores grandes y vistosas. Con frecuencia son tetraploides o resultado de cruza seleccionadas, como *Laelia anceps* que es una de las que tiene mayor demanda.

Entre las cactáceas que propagan se encuentran *Astrophytum ornatum*, *Strombocactus disciformis*, *Aztekium ritteri*, *Ferocactus cereus* y otras de los géneros *Pelecyphora*, *Echinocactus* y *Cephalocereus*, las cuales son de interés de los coleccionistas. Por el crecimiento lento

que presentan, en algunos casos se realizan injertos que crecen más rápido, y propagan especies por cultivo de tejidos.

Los ejemplares son etiquetados y monitoreados mensualmente y se tienen identificadas las plantas madre. Participan en exhibiciones externas, donde venden principalmente orquídeas producidas por hibridación. La UMA cuenta con un plan de manejo y la SEMARNAT le ha dado seguimiento mediante visitas y el envío de informes de sus actividades.

Situación actual y problemática

Los dueños de estas UMA consideran que su establecimiento ha contribuido a que la gente reconozca y valore las especies nativas, y esté dispuesta a comprar los ejemplares que tienen una procedencia fiable. Sin embargo, les resulta difícil mantener la administración, y en ambos casos se pudo constatar que la delegación de SEMARNAT no cuenta con todos sus informes anuales. Lo anterior se debe a que han tenido algunos problemas con los seguimientos que realiza la misma delegación y con las inspecciones de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Los dueños de las UMA opinan que las personas encargadas de estos procedimientos deberían tener un mejor nivel de conocimientos y capacitación, y por lo tanto mejores criterios para aplicarlos.

Por ejemplo, consideran excesivo que deban presentar los ejemplares muertos al personal de la Secretaría, debido a que las visitas que hacen son muy aleatorias y espaciadas. También opinan que la Ley General de Vida Silvestre está muy atrasada y tiene algunas incongruencias. En el caso de las orquídeas, se considera ilógico que la Secretaría ponga tantas restricciones para la reproducción de híbridos, argumentando que representan un riesgo para las especies y poblaciones nativas, pese a estar dentro de un invernadero y a que su capacidad de prosperar en condiciones naturales es casi nula.

Asimismo, les han restringido la propagación de especies como *Laelia gouldiana*, extinta en su medio natural, aunque se permite su propagación en viveros del estado de México.

Por otro lado, han sufrido decomisos de ejemplares bajo criterios que no consideran válidos. Ejemplo de ello es que les decomisaron y quemaron cientos de ejemplares de peyote (*Lophophora williamsii*) de alrededor de cinco años, por estar tipificados como alucinógenos, sin

considerar que en condiciones de cultivo estas plantas no tienen la cantidad de alcaloides que producen las poblaciones silvestres y que les confieren sus características alucinógenas.

En conclusión, el establecimiento de UMA intensivas con la documentación en regla contribuye a la conservación *ex situ* de especies nativas en alguna categoría de riesgo o cuyas poblaciones naturales han sido sobreplotadas por su valor estético. También contribuye a su conocimiento y valoración por el público en general. Además, generan empleos permanentes o semi-permanentes, y permiten una derrama económica.

Sin embargo, la información sobre la identidad de las especies, su origen, su manejo y su potencial económico, entre otros aspectos, es limitada. Sería deseable, a pesar de las dificultades técnicas que implica, contar con un listado con los nombres científicos de las especies que se propagan en cada UMA, así como con información de las que tienen mayor demanda. Esto permitiría evaluar su contribución a la conservación y potencializar al uso y la comercialización de especies ornamentales nativas.

Es también probable que el funcionamiento de estas UMA sería más exitoso si se simplifican los trámites y mejoran los procedimientos de seguimiento de SEMARNAT, así como los criterios que emplea la Procuraduría para hacer decomisos; esto podría lograrse si el personal de estas dependencias y los encargados de las unidades recibieran capacitaciones periódicas. Asimismo, resultaría beneficioso que los programas de capacitación y educación ambiental incluyan en su contenido el conocimiento de las leyes y reglamentos que rigen el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales del país (Gallina-Tessaro *et al.* 2009).

Referencias

- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012. *Proyecto de evaluación de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) (1997-2008). Resultados de la fase I: gestión y administración.* Proyectos CONABIO: HV003, HV004, HV007, HV012 y HV019. CONABIO. México.
- Bonfil, C., A. Núñez-Cruz y B. Barrales-Alcalá. 2017. *Diagnóstico de sistemas productivos y prácticas actuales de conservación de la diversidad vegetal en el estado de Morelos.* Documento elaborado para la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal. CONABIO, México (inédito).

- Gallina-Tessaro, S., A. Hernández-Huerta, C. Delfín-Alfonso y A. González-Gallina. 2009. Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación Ambiental* 1:143-152.
- Valdez, R., J.G. Guzmán-Aranda, F.J. Abarca *et al.* 2006. Wildlife conservation and management in Mexico. *Wildlife Society Bulletin* 34:270-282.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La naturaleza compartida como recurso de uso común, el caso de Ajuchitán

Alejandra Juárez Mondragón y Carlos González-Rebeles Islas

Los seres humanos comparten el planeta con una cuantiosa cantidad de especies silvestres, las cuales son vistas como recursos naturales para cubrir sus necesidades. Diversos pensadores se han preguntado qué hace que las personas decidan organizarse para regular el aprovechamiento de dichas especies, mantener los ecosistemas sanos y lograr su conservación (Ostrom 1990, 2011, Bray *et al.* 2012).

En México se estableció el modelo de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) como una estrategia que norma el uso de la vida silvestre (INE y SEMARNAP 2000). Localmente, significa reglamentar su aprovechamiento bajo los niveles normativos federal, estatal y local. Cuando se armonizan, dan como resultado un co-manejo (manejo conjunto) e involucra una organización multinivel (Bray *et al.* 2012).

Más de la mitad del territorio nacional es propiedad social (Ricker 2010). En específico, 71% de la superficie morelense es ocupada por ejidos y comunidades agrarias (Reyes *et al.* 2012). Esto implica que territorios y recursos naturales son el patrimonio de grupos humanos, es decir, son recursos de uso común (RUC). Por lo cual, su conservación depende de la gobernanza, la organización y la generación de reglas (instituciones locales) que logren los pobladores. Involucra mediar entre la capacidad del territorio de mantener agroecosistemas (ecosistemas alterados por el ser humano para producción agropecuaria) funcionales en el largo plazo y las necesidades humanas. Entre las normas que se requiere establecer están las de apropiación de los recursos, provisión del territorio y las de vigilancia de éstas (Ostrom 1990, 2011, Bray *et al.* 2012).

Este trabajo tiene sus bases en Juárez (2017), quien describe un ejemplo de co-manejo de fauna silvestre como RUC, que es reglamentado por el ejido de Ajuchitán

Santiopan, ubicado en el municipio de Tlaquiltenango y las leyes federales, establecidas a través de una UMA.

Se realizó un análisis cualitativo, basado en entrevistas a profundidad, en el cual, se encontró que el ejido de Ajuchitán creó canales de comunicación que han permitido la negociación entre sus habitantes, técnicos y funcionarios públicos. Esto dio respuestas a sus necesidades, y creó un modelo local de co-manejo para la conservación de fauna silvestre, que influyó en la región. Posteriormente, participó en una organización regional, a partir de un convenio de colaboración firmado en Jonacatepec en 2008, para hacer uso racional y sustentable de los recursos naturales.

Durante la época de la Colonia, los lugareños de Ajuchitán trabajaron en el Real de Minas de San Francisco de Huautla (Espejo 1997, Sánchez 2002). En la época de la Independencia, la población pasó formar parte de la Hacienda de San Juan Chinameca; en donde se utilizó como mano de obra para la ganadería (Gutiérrez 1986, Espejo 1997, Sánchez 2002, Juárez 2017). En la Revolución mexicana, heredaron su territorio y las formas de subsistencia actual que es la producción agropecuaria, complementada con aprovechamiento de especies silvestres.

En la década de los noventa, los oriundos de Ajuchitán tomaron las primeras medidas dirigidas a la conservación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*, figura 1), al notar la extrema disminución de sus poblaciones. En 1994, decidieron realizar su primera veda por tres años consecutivos. En 1997 recibieron su primer registro como UMA cinegético el Metate con número de registro DFYFS-CR-EX-0597-MOR (Juárez 2017). Esto implicó la creación de nuevas formas de regulación que se articularon con sus modos tradicionales.

Juárez Mondragón, A. y C. González-Rebeles Islas. 2020. La naturaleza compartida como recurso de uso común, el caso de Ajuchitán. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 351-354.

La asamblea ejidal, que es el principal órgano normativo y rector, es la tomadora de decisiones, con un 100% de asistencia, lo cual origina una gobernanza robusta. A partir de ésta, comenzaron a crear una nueva institución local al fusionar sus normas locales con las regulaciones federales establecidas para las UMA, que instauró un co-manejo (Juárez *et al.* 2015). Por ende, en este proceso se da una fuerte interacción entre apropiadores y proveedores locales, con la intervención de actores externos (figura 2).

La conservación se convirtió en un objetivo comunitario, donde los motivos y los logros principales fueron: conservar el venado, heredar a sus hijos y nietos un territorio rico en vida silvestre y la búsqueda de mayores ingresos para el ejido (Juárez 2017).

Está en proceso la conformación de objetivos que promuevan el aprovechamiento de otras especies de manera sustentable (Juárez *et al.* 2017). Es aquí donde se observa que la integración de nuevas especies al modelo UMA es paulatino, lleva tiempo e intervienen distintos factores. Por ejemplo, para los habitantes es necesario disminuir la densidad de ciertos animales, como el tejón (*Nasua narica*), dado que afecta en gran magnitud sus producciones agrícolas (Juárez 2017).

Los costos de inversión para modificar su institución actual, en busca de la regulación de todas las especies en co-manejo, es muy alto, y se relacionan principalmente con la vigilancia y la elaboración de alternativas socioeconómicas viables, como el establecimiento de infraestructura para cacería cinegética (deportiva). Lo anterior, involucra estudios de monitoreo por especie y elaboración de programas de aprovechamiento y de reproducción, además de la generación de nuevas reglas comunitarias y labores de subsistencia, entre otras.

Aun así, la realidad es esperanzadora, para los ajuchitecos la UMA es la motivación para continuar el camino que iniciaron en 1993. Consideran que, gracias a ella, las poblaciones del venado y otras especies se recuperaron, y se dio la introducción natural de especies nunca vista por los mismos habitantes, como las aves acuáticas migratorias. Además, dejó de existir la escasez de agua que sufrieron en todo el ejido los pobladores desde la década de 1960, gracias al aumento de vegetación y a la infraestructura creada para almacenamiento de agua. Esto se tradujo en una mejora en las formas de vida tanto de los animales silvestres y domésticos, como de los mismos humanos (Juárez 2017).



Figura 1. Venado cola blanca con arete de identificación. Foto: Alejandra Juárez Mondragón.

Para 78% de los pobladores del ejido, la UMA en co-manejo ha promovido la mejora del territorio y la generación de empleos temporales, lo cual es un aliciente para las nuevas generaciones que carecen de tierra y requieren de un modo de subsistencia. Además, se produce conocimiento sobre su territorio. Todos los pobladores coinciden en que la UMA es el factor principal de conservación de especies de fauna silvestre (Juárez *et al.* 2015, Juárez 2017).

No obstante, cada día los ejidatarios se enfrentan con nuevos retos, como la incorporación de la juventud en este proceso, para que las acciones de conservación se mantengan en el largo plazo. Además, se requiere crear un esquema para los migrantes que regresan a casa, que tienen la necesidad de ocupar parte de su territorio (re-forestado de manera natural por la ausencia de manejo), para la subsistencia de sus familias, que suelen realizar a través de la producción agropecuaria (Juárez *et al.* 2015, Juárez 2017).

En síntesis, los beneficios de las UMA para el aprovechamiento y la conservación de la vida silvestre en

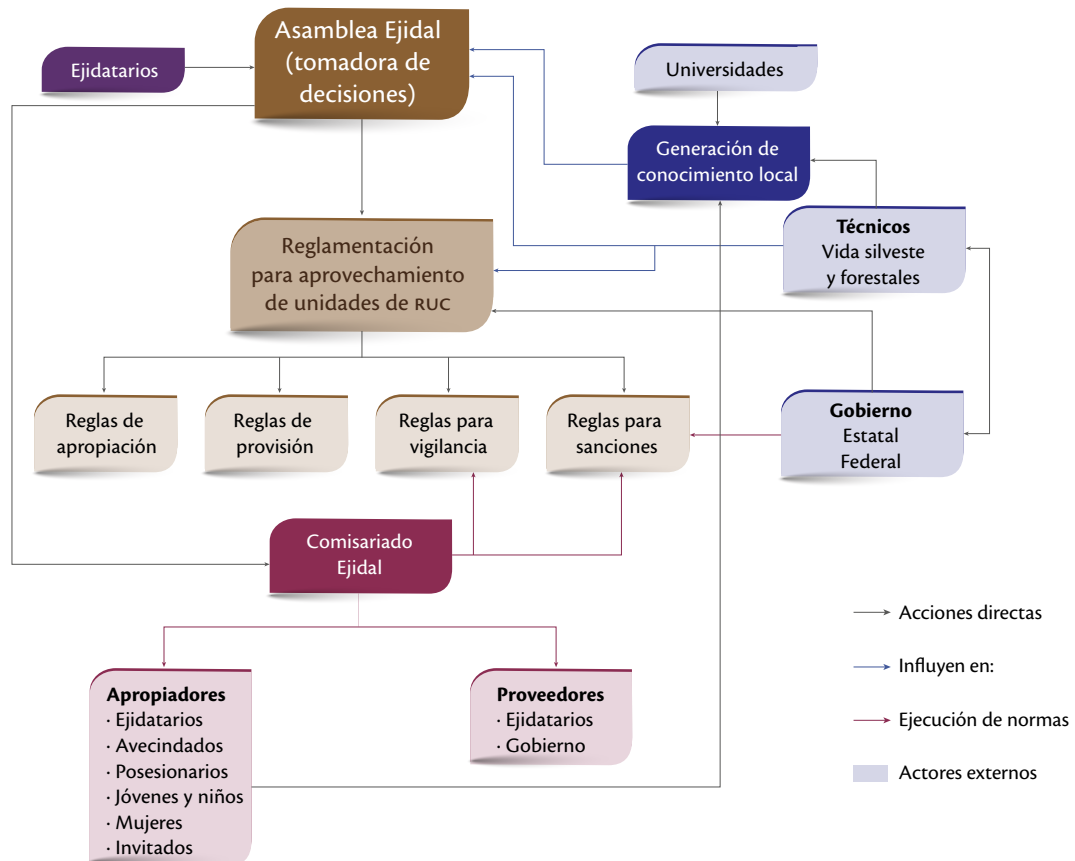


Figura 2. Modelo de co-manejo para la conservación de fauna silvestre. Estructura del sistema de RUC de la UMA cinegética El Metate, en Ajuchitlán Santiopan. Fuente: elaboración propia modificada de Juárez 2017.

territorios de propiedad social, se logran ver en el largo plazo, siempre y cuando se dé la participación concendida de los diferentes actores involucrados (internos y externos), para crear organizaciones específicas de co-manejo que establezcan reglas acordes a la realidad de cada territorio. Además de los aspectos técnicos en materia ecológica, es necesario acoplar constantemente valores, necesidades, motivaciones, objetivos, esfuerzos y normas que respeten las gobernanzas locales, a través de diálogos y negociaciones; así como afrontar los cambios cotidianos y promover nuevas actitudes que resulten en mejores ingresos.

Referencias

Bray, D., E. Duran y O.A. Molina-González. 2012. Beyond harvests in the commons: multi-scale governance and turbulence in indigenous/

community conserved areas in Oaxaca, Mexico. *International Journal of the Commons* 6(2):151-178.

Espejo, A. 1997. *Guerrilleros y lugares de Zapata*. Dirección General de Culturas Populares. Unidad Regional Morelos, México.

Gutiérrez, L. 1986. *Huautla. (El renacimiento de un pueblo)*. Folleto encontrado en la Biblioteca Pública de Huautla, Morelos. Unidad de documentación, información y análisis de la Secretaría Particular del Gobierno del Estado de Morelos, Cuernavaca.

INE y SEMARNAP. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. *Estrategia nacional para la vida silvestre. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000*. Dirección General de Vida Silvestre-INE/SEMARNAP, México.

Juárez, A. 2017. *Prácticas de aprovechamiento en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) del sur de Morelos*. Tesis de doctorado en ciencias de la producción y de la salud animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM, México.

- Juárez, A., C. González-Rebeles, A. Castillo et al. 2015. La vida silvestre manejada como recurso de uso común: estudio de caso en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 18:313-331.
- Ostrom, E. 1990. *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University, Cambridge.
- . 2011. Background on the institutional analysis and development framework. *The Policy Studies Journal* 39:7-27.
- Reyes, J.A., J.P. Gómez, R.O. Muis et al. 2012. *Atlas de propiedad social y servicios ambientales en México*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, México.
- Ricker, M. 2010. *La cobertura forestal y la problemática de la deforestación en México*. En: <http://www.ibiologia.unam.mx/directorio/r/ricker_pdf/Deforestacion_Mexico_08.pdf>, última consulta: 10 de noviembre de 2017.
- Sánchez, E. 2002. Plata y privilegios: El real de minas de Huautla, 1709-1821. *Estudios de Historia Novohispana* 26:85-123.

Restauración ecológica

Cristina Martínez Garza

Panorama general de la restauración ecológica

La restauración ecológica se define como la serie de acciones encaminadas a recuperar un ecosistema que ha sido dañado o destruido (SERI 2006). Estas acciones pueden incluir diferentes niveles de intervención (Martínez-Garza *et al.* 2016). El nivel de intervención mínimo involucra detener la perturbación para que comience la recuperación natural de los ecosistemas (figura 1), dicho proceso de recuperación es llamado sucesión natural y se define como el recambio de especies con el tiempo (Begon *et al.* 1987). En contraste, el nivel de intervención máximo se asocia con la introducción de especies, como plantaciones de árboles nativos, y a esta intervención se le llama sucesión asistida (Chazdon y Guariguata 2016, Martínez-Garza *et al.* 2016).

Por otra parte, la reforestación definida por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) como el “establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales” (SEMARNAT 2003: 6) y la forestación como “el establecimiento y desarrollo de vegetación forestal en terrenos preferentemente forestales o temporalmente forestales con propósitos de conservación, restauración o producción comercial” (SEMARNAT 2003: 5), no necesariamente obligan al uso de especies nativas o propias de la región, lo cual es un imperativo para acciones de restauración ecológica (SERI 2006).

Así, cuando se utilizan especies nativas propias de la región, la reforestación o forestación pueden considerarse dentro de las acciones de intervención máxima de la restauración ecológica. De acuerdo con esto, la LGDFS indica que “se impulsará la reforestación con especies forestales autóctonas o nativas” cuando la reforesta-

ción o forestación sea con fines de conservación o de restauración (SEMARNAT 2003: 53).

En México, la restauración ecológica ha tenido un desarrollo acelerado en los últimos años y Morelos ha jugado un papel fundamental (López-Barrera *et al.* 2017). En 2014 se llevó a cabo el Primer simposio mexicano de restauración de ecosistemas en Cuernavaca, en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). En este evento histórico se presentaron 75 trabajos de restauración ecológica en 10 ecosistemas mexicanos, además de 25 presentaciones magistrales (Cecon *et al.* 2015a).

En el estado se reconocen siete tipos de vegetación (Contreras-MacBeath *et al.* 2006), entre los que destaca el bosque tropical caducifolio (según Rzedowski 2006), selva estacional seca (según Dirzo *et al.* 2011) o selva baja caducifolia (véase *Diversidad de ecosistemas* en esta obra) en 125 245 ha de su territorio. Históricamente, la restauración ecológica de la selva baja caducifolia ha recibido menos atención que la restauración de la selva húmeda (Meli 2003). Por ello, es necesario destacar el hecho de que el ecosistema mejor representado en el Primer simposio mexicano de restauración de ecosistemas fuera la selva baja caducifolia de la Reserva de la Biosfera de Sierra de Huautla (REBIOSH) con 53 trabajos (figura 2).

La restauración ecológica en el estado se ha llevado a cabo desde diferentes puntos de vista. Desde el enfoque experimental, destacan los trabajos de restauración ecológica en la selva baja caducifolia (Cecon y Martínez-Garza 2016). Estos trabajos se relacionan con la intervención máxima de restauración, es decir, la introducción de especies nativas mediante plantaciones con el fin de aumentar inmediatamente la riqueza de plantas y evaluar como las plantaciones afectan la recuperación natural de los ecosistemas. En este sentido,

Martínez-Garza, C. 2020. Restauración ecológica. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 355-368.



Figura 1. Valla para la exclusión mínima de restauración en la localidad de El Limón de Cuauchichinola, Sierra de Huautla. La exclusión mínima de restauración que consiste en evitar la entrada del ganado y la extracción selectiva. Foto: Cristina Martínez-Garza.



Figura 2. Estación de biología en El Limón de Cuauchichinola en el paisaje de Sierra de Huautla. Foto: Cristina Martínez-Garza.

los trabajos en las barrancas del río Tembembe demuestran que la sobrevivencia de algunas especies utilizadas en plantaciones de restauración aumenta con el uso de acolchados¹ plásticos que protegen a las plántulas de la desecación (Núñez-Cruz y Bonfil 2013).

En Zacatepec, en el campo experimental del Centro de Investigación Forestal y Agropecuaria se estudió la producción de hojarasca y su velocidad de degradación en cuatro especies de la selva baja caducifolia en plantaciones de 10 años. Estos procesos, relacionados con la productividad y el recambio de nutrientes en el suelo son importantes para seleccionar especies idóneas para proyectos de restauración del suelo (Ceccon *et al.* 2015b).

Restauración en la REBIOSH

En la REBIOSH existen trabajos en el Limón de Cuauchichinola, municipio de Tepalcingo y en Quilamula, municipio de Tlaquiltenango (Martínez-Garza *et al.* 2016). En El Limón de Cuauchichinola, en el 2006 se instalaron ocho parcelas experimentales de restauración ecológica: en cuatro parcelas se excluyó la perturbación para evaluar el proceso de restauración bajo intervención mínima (figura 3; Martínez-Garza *et al.* 2011); y en las otras cuatro se establecieron plantaciones de restauración con 20 especies nativas de la selva para evaluar el proceso de restauración bajo intervención máxima (figura 4; Carrasco-Carballido y Martínez-Garza 2011).

En estos sitios, la perturbación se genera por la ganadería extensiva y la extracción selectiva de plantas y animales útiles para el ser humano (Dorado *et al.* 2005). Adicionalmente, se han monitoreado sitios testigos en áreas que continúan bajo perturbación crónica y sitios en áreas más conservadas consideradas el ecosistema de referencia (sitios que representan al ecosistema original en un estado de funcionamiento y sucesión avanzando; SERI 2006).

Durante los primeros cinco años, en las plantaciones de restauración, las especies que presentaron mayor sobrevivencia y crecimiento fueron las leguminosas *Lysiloma divaricatum* y *Haematoxylum brasiletto* (Montes de Oca Villegas y Martínez-Garza 2013). En las plantaciones y las exclusiones se evalúa la recuperación de la flora y la fauna por más de 10 años (Martínez-Garza *et al.* 2016).



Figura 3. Cerca eléctrica de las parcelas experimentales de restauración ecológica en El Limón de Cuauchichinola, Sierra de Huautla. Foto: Cristina Martínez-Garza.

Lluvia de semillas

En términos de flora, se evaluó la llegada de semillas (lluvia de semillas) y la comunidad establecida de cactus, hierbas y árboles (Martínez-Garza *et al.* 2016). Los resultados indicaron que 60% de las semillas que cayeron durante los primeros tres años de la exclusión fueron del arbusto llamado comúnmente coral o trompetilla (*Hamelia patens*; Rubiaceae; Maldonado-Almanza 1997) que tiene frutos carnosos que son consumidos por aves (figuras 5 y 6; Martínez-Garza *et al.* 2011).

Para los cactus, en las localidades de la REBIOSH el Limón y Quilamula, se observó que su densidad aumenta en sitios bajo aprovechamiento por ganadería extensiva, debido a que algunas especies de nopales (como *Opuntia atropes*), se ven favorecidas por el incremento de luz

¹ El acolchado es un método que se usa comúnmente en agricultura para disminuir la temperatura y conservar la humedad del suelo (Kader *et al.* 2017).



Figura 4. Intervención máxima: plantación de especies nativas como el zopilote (*Swietenia humilis*), en las parcelas experimentales de restauración ecológica en el Limón de Cuauchichinola, Sierra de Huautla. Foto: Cristina Martínez-Garza.

ocasionado por la disminución de hierbas producto del pastoreo. Sin embargo, los cactus arborescentes, como el órgano cenizo (*Pachycereus grandis*) no alcanzan las tallas adultas que los hace proveedores importantes de alimento para los animales durante la época de secas, así como refugio para las aves (Arias-Medellín *et al.* 2014).

La evaluación de la comunidad de hierbas después de 32 meses de establecido el experimento mostró que, las acciones de restauración tuvieron un efecto positivo en la riqueza y la abundancia de dicho tipo de plantas (De la O-Toriz *et al.* 2012). Con respecto a las hierbas ruderales (especies de amplia distribución y abundantes en sitios bajo aprovechamiento; Bye 1993), se encontró que la ganadería extensiva las favorece, como a la graminéa *Paspalum virgatum* (De la O-Toriz *et al.* 2012). Además, algunas de estas hierbas ruderales, como el pasto (*Opizia stolonifera*; Poaceae) y el ojo de gallo (*Sanvitalia procumbens*; Asteraceae) son aprovechadas por las poblaciones locales para medicina, forraje o construcción (De la O-Toriz *et al.* 2012).

Comunidad de reclutas

El proceso de sucesión natural comienza con la llegada de semillas y su germinación, las plántulas resultantes, si sobreviven, forman la comunidad de reclutas (Begon *et al.* 1987). Las reclutas que alcanzan un estado juvenil (más de 20 cm de altura) forman la regeneración de avanzada (Martínez-Ramos y Soto-Castro 1993).

La evaluación de los procesos de sucesión bajo intervención de restauración reveló que sólo unas pocas especies son capaces de establecerse en sitios perturbados. Por ejemplo, en los primeros cuatro años después de la intervención de restauración, sólo 16 especies de árboles se registraron en la comunidad de reclutas, y de esas, sólo el tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*), el cazahuate (*Ipomoea pauciflora*) y la cubata (*Acacia cochliacantha*), representaron 70% de las plántulas reclutadas (Alba-García 2011). Dos años después, cuando la intervención de restauración tenía seis años de haberse realizado, se registró casi el doble de especies de árboles en la comunidad de regeneración de avanzada (31 especies; Martínez-Pérez 2014).



Figura 5. Trampa para evaluar la caída de semillas en áreas no excluidas del ganado en la localidad de El Limón de Cuauichinola, Sierra de Huautla. Foto: Cristina Martínez-Garza.



Figura 6. Intervención máxima: plantación de especies nativas rosal o clavellino (*Pseudobombax ellipticum*) y trampas para evaluar la caída de semillas en las parcelas experimentales de restauración ecológica en El Limón de Cuauichinola, Sierra de Huautla. Foto: Cristina Martínez-Garza.

Aunque la especie más importante siguió siendo el tecolhuixtle, otra especie, el cuahulagua (*Heliocarpus microcarpus*; Tiliaceae) obtuvo el segundo lugar (Martínez-Pérez 2014). Estos estudios revelaron que la exclusión de la perturbación (intervención mínima) es más importante que el establecimiento de plantaciones (intervención máxima) para estos procesos de reclutamiento durante los primeros seis años (Alba-García 2011, Martínez-Pérez 2014).

Siembra directa

Adicionalmente, en estas parcelas de restauración después de siete años de la intervención inicial, se realizó un experimento de siembra directa (intervención intermedia) de seis especies de árboles nativos de la selva baja caducifolia con remoción de pastos (Alba-García 2015). La siembra directa es la adición de semillas de especies de interés para incrementar la diversidad de árboles (Singh y Singh 2006).

La germinación promedio para las seis especies evaluadas fue de 40% y fue similar en las plantaciones, las exclusiones y los sitios perturbados (figura 7; Alba-García 2015). La remoción de pastos disminuyó los porcentajes de germinación, pero aumentó las tasas de crecimiento, y el ciruelo rojo (*Spondias purpurea*; Anacardiaceae) fue la especie más exitosa (Alba-García 2015). Como un tipo de intervención intermedia, se sugiere aplicar la siembra directa junto con la intervención máxima, es decir las plantaciones de restauración (Cecon et al. 2016).

Expresión sexual

Seis tipos de expresión sexual se registraron en 53 especies de árboles (> 5 cm diámetro a la altura del pecho) en cuatro hábitats evaluados: los dos tipos de parcelas bajo restauración, los sitios testigo perturbados y el ecosistema de referencia. Cerca de 65% de las especies y 75% de los árboles son hermafroditas;² 25% de las especies y 13% de los árboles son dioicos;³ y finalmente, 8% de las especies y 13% de los árboles son monoicos.⁴



Figura 7. Tubos donde se colocaron las semillas del experimento de intervención intermedia: siembra directa en la localidad de El Limón de Cuauhichinolá, Sierra de Huautla. Foto: Cristina Martínez-Garza.

² Son árboles que tienen flores bisexuales: órganos masculinos (estambres) y femeninos (ovarios) en la misma flor (Beentje 2010).

³ Son árboles con todas sus flores femeninas y árboles con todas sus flores masculinas (Beentje 2010).

⁴ Poseen flores unisexuales masculinas y femeninas en el mismo árbol (Beentje 2010, Hernández-Galindo et al. 2015).

Si bien la intervención mínima de restauración tuvo efectos positivos en los procesos ecológicos de sucesión natural, es necesario enfatizar que la intervención intermedia y la máxima favorecen el establecimiento de especies de árboles que tardarían décadas en llegar de manera natural a estas áreas.

Sucesión animal

Al igual que en el resto del mundo, en México existen pocos estudios de restauración de la fauna (Majer 2009, López-Barrera *et al.* 2017). Notablemente, Morelos es un pionero en estudios de sucesión animal y de los efectos de la intervención mínima y máxima de restauración en vertebrados e invertebrados en las parcelas de restauración experimental antes mencionadas (Martínez-Garza *et al.* 2016).

La exclusión de la perturbación por seis años favoreció que la densidad de roedores aumentará ocho veces en comparación con la registrada en los sitios perturbados (Martínez-Garza *et al.* 2016). Además, en las parcelas de restauración hubo un recambio de especies de roedores, como la rata algodonera (*Sigmodon hispidus*) asociada a sitios abiertos, que no fue encontrada en las exclusiones de restauración de cinco años (Martínez-Garza *et al.* 2012).

En las parcelas experimentales de restauración de cuatro años se registraron 20 especies de lepidópteros diurnos asociados a los árboles caahuatl y cuahualhua (*Heliocarpus pallidus*), mientras que sólo una especie fue registrada en los sitios perturbados (Juan-Baeza *et al.* 2015). Además, los censos de lepidópteros nocturnos revelaron que las parcelas de restauración experimental de ocho años acogieron especies pequeñas típicas de sitios conservados, mientras que en las áreas bajo perturbación dominaron especies más grandes que pueden recorrer grandes distancias (Santana-Huicochea *et al.* 2018).

Con respecto a las aves, los censos a 3, 4 y 5 años de la intervención de restauración revelaron que la exclusión de la perturbación (intervención mínima) favoreció el aumento en la densidad de ocho especies de aves, mientras que la intervención máxima favoreció un aumento en la riqueza a 10 especies (Martínez-Garza *et al.* 2013).

Se registraron cambios en riqueza y abundancia de hormigas en las parcelas experimentales durante los primeros cinco años de intervención. La riqueza de géneros aumentó de forma constante en los primeros cuatro

años de la intervención mínima de restauración, de 12 a 22 géneros mientras que para el quinto año se registró una disminución a 15 géneros (figura 8; Lavalle-Sánchez *et al.* 2011).

Por otra parte, la abundancia de hormigas presentó un gran incremento el primer año de la intervención, de 5 578 hormigas al momento de la exclusión a 9 824 hormigas después de un año; en los tres años siguientes disminuyó la abundancia hasta alcanzar 3 814 hormigas en el quinto año (Lavalle-Sánchez *et al.* 2011). Esta disminución de la riqueza y la abundancia estuvo asociada a un recambio en la composición de especies, en la que la abundancia de las oportunistas disminuyó mientras que llegaron a las parcelas de restauración otras hormigas como las llamadas depredadoras especialistas (Lavalle-Sánchez *et al.* 2011). Al inicio de la exclusión (intervención mínima) dominaron las especies de hormigas generalistas y las especialistas de clima caliente, para 2010 fueron dominantes las hormigas especialistas de clima tropical (Lavalle-Sánchez *et al.* 2011).

Este recambio de especies de hormigas dentro de las parcelas de restauración, propio de la sucesión, se explica por el comportamiento de este grupo de insectos. Un estudio de la especie granívora típica de áreas abiertas, la hormiga cosechadora roja (*Pogonomyrmex barbatus*) reveló que, debido a la intervención de restauración por ocho años, disminuyó su éxito de forrajeo de semillas (Hernández-Flores *et al.* 2016; figura 9). Al parecer, esta hormiga tiene menor capacidad de llevar semillas a su nido cuando crece la vegetación de herbáceas, debido a la exclusión de ganado en las parcelas de restauración, lo que la lleva a abandonar las parcelas (figura 10; Hernández-Flores *et al.* 2016).

Respecto a los reptiles y anfibios, en las parcelas de restauración se censaron estos grupos a tres (Orea-Gadea 2010) y a nueve años de la intervención (Mena-Maldonado 2017). A los tres años se registraron cuatro especies de anfibios y 13 de reptiles (Orea-Gadea 2010), mientras que, a nueve años se registraron tres especies de anfibios y 10 especies de reptiles (Mena-Maldonado 2017).

Para estos grupos fue evidente el recambio de especies en la sucesión asistida: de los anfibios registrados, sólo el sapo (*Rhinella marina*) permaneció en las parcelas, mientras que para las lagartijas, tres especies ya no se registraron a los nueve años y una especie endémica, el huico llanero (*Aspidoscelis costata*) se registró por prime-



Figura 8. Trampa de caída para evaluar la comunidad de hormigas en las parcelas experimentales de restauración ecológica en El Limón de Cuauchichinola, Sierra de Huautla. Foto: Cristina Martínez-Garza.



Figura 9. Área con entrada de ganado con nido de hormigas en la localidad de El Limón de Cuauchichinola, Sierra de Huautla. Foto: Cristina Martínez-Garza.



Figura 10. Parcelas experimentales de restauración ecológica con nido de hormigas en El Limón de Cuauchichinola, Sierra de Huautla. Foto: Cristina Martínez-Garza.

ra vez en las parcelas con intervención máxima (Orea-Gadea 2010, Mena-Maldonado 2017). La abundancia de organismos sólo cambió ligeramente de 52 a 53 organismos por censo (Orea-Gadea 2010, Mena-Maldonado 2017). Sin embargo, a los tres años se registró una abundancia mayor de herpetofauna en las parcelas bajo intervención máxima en la temporada de secas (figura 11; Orea-Gadea 2010) cuando las plantaciones tenían una altura promedio de 80 cm (Montes de Oca Villegas y Martínez-Garza 2013).

Por la importancia que presenta la herpetofauna como depredadores y controladores de plagas, se realizó un experimento de restauración para poner a pruebas dos tipos de refugio: camas de aserrín para simular mantillo y montículos de piedra (Orea-Gadea 2016). Los resultados mostraron que los refugios favorecieron la colonización exitosa de anfibios y reptiles en áreas perturbadas por la ganadería extensiva y la extracción selectiva (Orea-Gadea 2016). La herpetofauna prefiere usar los árboles como refugio en parcelas bajo restauración, mientras que los montículos de piedra fueron el refugio preferido en las áreas bajo perturbación (Orea-Gadea 2016).

Los censos de murciélagos en las parcelas de restauración (sitios conservados y perturbados) revelaron que el murciélago que come fruta (*Artibeus jamaicensis*) fue el más abundante; seguido del murciélago bigotudo de Parnell (*Pteronotus parnellii*) que come insectos; y en último lugar el vampiro común (*Desmodus rotundus*; Rivas-Alonso 2015). La riqueza y abundancia de murciélagos que comen fruta fue tan alta en las parcelas de restauración como en los sitios conservados después de seis años de la intervención (Rivas-Alonso 2015).

La comunidad de arañas errantes (las que cazan activamente o acechan a la presa sin utilizar directamente su seda; Rainer 2011) y las que se encuentran asociadas a la vegetación (Rainer 2011) se evaluaron después de siete años de la intervención de restauración. Los resultados indicaron que se favoreció el aumento en la riqueza de familias y abundancia de arañas.

En las plantaciones, la riqueza de familias de arañas (6.09 ± 0.1), se duplicó mientras que la abundancia (34.16 ± 0.2) fue cuatro veces mayor que la registrada en los sitios perturbados con 3.61 ± 0.1 familias y 8.29 ± 0.2 individuos. En las parcelas bajo intervención mínima se registraron valores intermedios con 4.64 ± 0.1 familias y 24.4 ± 0.2 individuos (Hernández-Silva *et al.* 2014).



Figura 11. Aspecto de las parcelas experimentales de restauración ecológica durante la estación seca en la localidad de El Limón de Cuauichinola, Sierra de Huautla. Foto: Luz María Ayestaran.

Si se considera sólo a las arañas errantes, la familia con la mayor abundancia de individuos (40%) fue Gnaphosidae (arañas corredoras). Para este grupo, la intervención de restauración no cambió su riqueza y abundancia. Sin embargo, la composición si se vio afectada, debido a que la composición de las familias en los sitios perturbados fue muy distinta a la registrada en las plantaciones de restauración (Rivas-Herrera 2015).

Por otra parte, al considerar sólo a las arañas de la vegetación, la familia con la mayor abundancia de individuos (27%) fue Thomisidae (arañas que cazan por emboscada). La riqueza de familias no se vio afectada por la intervención de restauración, mientras que, la abundancia aumentó cuatro veces en las parcelas con intervención (Hernández-Silva 2016).

Para la araña de seda dorada (*Nephila clavipes*) se hicieron además estudios adicionales después de ocho años de la intervención por medio de la evaluación de su fisiología. Dichos estudios, revelaron que las hembras en las parcelas de intervención máxima tenían una condición más saludable incluso que aquellas que vivían en los sitios conservados, lo que se atribuyó a una mayor

cantidad de alimento (González-Tokman y Martínez-Garza 2015). Más adelante, una evaluación del tamaño y la calidad de la puesta de *N. clavipes* reveló que, aunque la intervención de restauración no afectó la calidad, el número de crías se duplicó con la intervención máxima de restauración (Rivas-Herrera *et al.* 2017).

En conclusión, las acciones de restauración favorecieron el aumento en la riqueza y abundancia de animales y se notó un recambio de especies, propio de la sucesión con la llegada de algunas especies típicas de sitios conservados.

Planificación en la restauración

En general, en el estado se han llevado a cabo estudios que proveen información necesaria para planear acciones de restauración. Ejemplo de ello, es la evaluación de la heterogeneidad estructural del bosque de encinos. En el Parque Nacional El Tepozteco, se mostró una variabilidad en la composición que depende de la geomorfología de este sitio. El encino (*Quercus rugosa*) fue dominante en el Chichinautzin, Suchiooc y la parte supe-

rior de Otates mientras que el llamado chilacuate (*Styrax ramirezii*) lo fue en la parte inferior de Otates y en Oclayuca; dos encinos (*Q. castanea* y *Q. obtusata*) fueron dominantes en la sierra del Tepozteco (Block y Meave 2015). Esta evaluación será útil para planear diferentes tratamientos de plantación variando la composición, lo cual se sugiere para reflejar la variabilidad de la estructura del bosque original (Howe y Martínez-Garza 2014).

Para la selva baja caducifolia, se llevaron a cabo estudios de sucesión natural y lluvia de semillas que pueden orientar sobre que especies de árboles introducir (Ceccon y Hernández 2009). Asimismo, para dicho ecosistema se han evaluado diferentes técnicas de propagación de *Bursera*, que presenta una germinación muy baja y que incluye especies de importancia económica como los copales y el linaloe (Bonfil *et al.* 2007, 2008, Castellanos-Castro y Bonfil 2013).

Por otra parte, el gobierno federal a través de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), así como el gobierno estatal a través de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS), desde un punto de vista práctico, han brindado apoyos para la restauración del suelo y de la cubierta vegetal (SDS 2013).

A partir de 2013, el gobierno del estado implementó un programa de capacitación sobre restauración ecológica a los encargados del área ambiental de los 33 municipios. En éste, se promueve hacer una planeación de la intervención de restauración con especies nativas en lugar de optar por las acciones de reforestación típicas (Ayala 2017a). Asimismo, se promueve el uso de cercas vivas como una alternativa para propiciar la conectividad de los ecosistemas. Las cercas vivas son líneas de árboles que se establecen para dividir terrenos, establecer barreras rompedoras y proteger fuentes de agua, suelos, cultivos o pastizales (Ayala 2017b).

Por su parte, CONAFOR en 2011 apoyó obras de restauración de suelos en 1 720 ha del estado mediante su programa ProÁrbol (CONAFOR 2011). Asimismo, se cuenta con el programa de ordenamiento ecológico del territorio, en el cual se establece que la restauración ecológica es una de las políticas ambientales más importantes para el estado (SDS 2014). A través de este instrumento se identificaron las zonas que son sujetas a prácticas de restauración, las cuales suman una superficie propuesta de 37 160.40 ha.

Conclusiones

Los trabajos de restauración en el estado avanzaron desde el punto de vista experimental y práctico. Para integrar estos dos puntos de vista es necesario generar alianzas entre gobierno, académicos y habitantes para seleccionar en conjunto las áreas a restaurar y las metas particulares de cada restauración.

Los experimentos de restauración proporcionan información sobre cuáles semillas de árboles llegan de manera natural a los sitios perturbados y se establecen exitosamente, y cuáles especies es necesario que se siembren o planten. Así, la información que se genera en la academia debe ponerse a prueba en los proyectos prácticos de restauración que apoya el gobierno, y que son requeridos por las comunidades.

Es fundamental, que todos los proyectos del gobierno, academia o habitantes se monitoreen en el largo plazo, lo que permitirá orientar futuras prácticas de restauración. Por tal motivo, es imprescindible que exista financiamiento no sólo para la intervención inicial de restauración, sino para el seguimiento y la evaluación de las metas propuestas.

Dentro de la academia, la inclusión de estudiantes de licenciatura y posgrado en los proyectos de restauración ha sido fundamental para la formación de los futuros expertos en restauración ecológica (figura 12). La integración del punto de vista de los diferentes actores involucrados en la restauración (gobierno, academia y habitantes), la formación de recursos humanos capacitados en restauración y la existencia de fuentes de financiamiento permanentes, son los principales retos que enfrenta el estado para la restauración de los ecosistemas afectados por actividades humanas.

Referencias

- Alba-García, L. 2011. *Reclutamiento de especies leñosas en la selva seca de Sierra de Huautla, Morelos, México*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- . 2015. *Siembra directa de árboles pioneros y no-pioneros de un bosque tropical caducifolio bajo diferentes tratamientos de restauración*. Tesis de maestría en biología integrativa para la biodiversidad y la conservación. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Arias-Medellín, L.A., A. Flores-Palacios y C. Martínez-Garza. 2014. Cacti community structure in a tropical Mexican dry forest under chronic disturbance. *Botanical Sciences* 92:405-415.



Figura 12. Estudiantes caminando por las áreas con entrada de ganado en la localidad de El Limón de Cuauichichinola, Sierra de Huautla. Foto: Cristina Martínez-Garza.

Ayala, M.P. 2017a. Directora de Mejoramiento Ecosistémico, sds. Comunicación personal, marzo.

—. 2017b. *Establecimiento de cercas vivas como una estrategia de reforestación*. (Inédito).

Beentje, H. 2010. *The kew plant glossary*. Royal Botanic Gardens, Kew.

Begon, M., J.L. Harper y C.R. Townsend. 1987. *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*. Ediciones Omega, S.A., Barcelona.

Block, S. y J. Meave. 2015. Structure and diversity of oak forests in the El Tepozteco National Park (Morelos, Mexico). *Botanical Sciences* 93:429-460.

Bonfil, C., I. Cajero-Lazaro y R.Y. Evans. 2008. Seed germination of six *Bursera* species from central Mexico. *Agrociencia* 42:827-834.

Bonfil, C., P.E. Mendoza-Hernández y J.A. Ulloa-Nieto. 2007. Root and callus development in cuttings of seven species of the genus *Bursera*. *Agrociencia* 41:103-109.

Bye, R. 1993. The role of humans in the diversification of plants in Mexico. En: *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. A. Lot, R. Bye y T.P. Ramamoorthy (eds.). Oxford University Press, Nueva York, pp. 713-731.

Carrasco-Carballido, V. y C. Martínez-Garza. 2011. Recuperación de la biodiversidad con plantaciones de especies nativas en selvas hú-

medas y secas de México. Tres estudios de caso. En: *La restauración ecológica en la práctica: Memorias del I Congreso colombiano de restauración ecológica y II Simposio nacional de experiencias en restauración ecológica*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Castellanos-Castro, C. y C. Bonfil. 2013. Propagation of three *Bursera* species from cuttings. *Botanical Sciences* 91:217-224.

Ceccon, E. y P. Hernández. 2009. Seed rain dynamics following disturbance exclusion in a secondary tropical dry forest in Morelos, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 57:257-269.

Ceccon, E., J.I. Barrera-Cataño, J. Aronson y C. Martínez-Garza. 2015a. The socioecological complexity of ecological restoration in Mexico. *Restoration Ecology* 23:331-336.

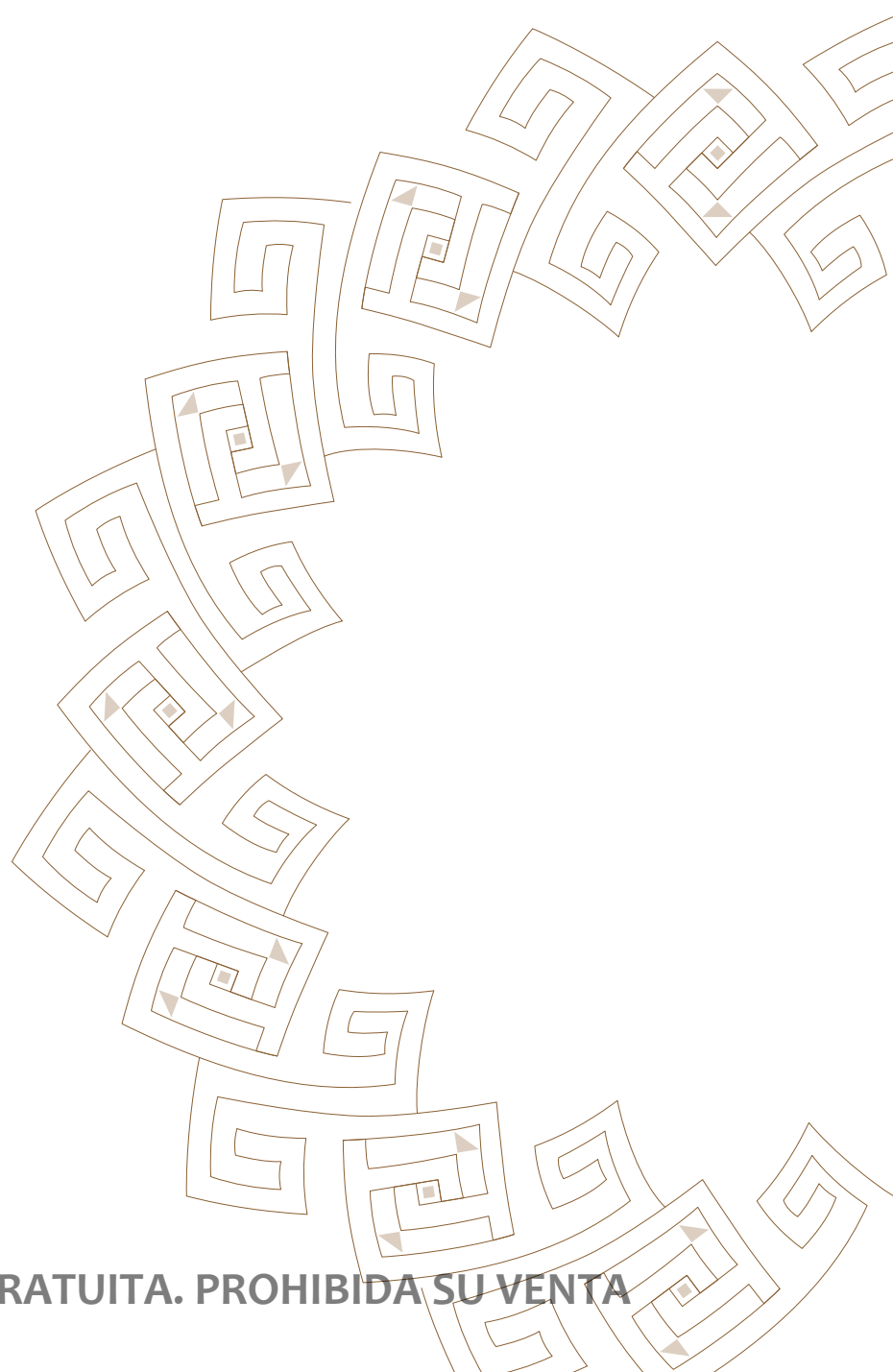
Ceccon, E., I. Sánchez y J.S. Powers. 2015b. Biological potential of four indigenous tree species from seasonally dry tropical forest for soil restoration. *Agroforestry Systems* 89:455-467.

Ceccon, E., E.J. González y C. Martorell. 2016. Is direct seeding a biologically viable strategy for restoring forest ecosystems? Evidences from a meta-analysis. *Land Degradation and Development* 27:511-520.

Ceccon, E. y C. Martínez-Garza (coords.). 2016. *Experiencias mexicanas en la restauración de ecosistemas*. UNAM/Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias/UAEM/CONABIO, Cuernavaca.

- Chazdon, R.L. y M.R. Guariguata. 2016. Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. *Biotropica* 48:716-730.
- CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2011. *Apoyos ProÁrbol 2011 resultados-apoyos de conservación y restauración de suelos. Morelos*. En: <<http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121468/Morelos.pdf>>, última consulta: 22 de noviembre de 2018.
- Contreras-MacBeath, T., J.R. Bonilla-Barbosa y J.C. Boyás *et al.* 2006. Biodiversidad. En: *La diversidad biológica en Morelos: estudio del estado*. T. Contreras-MacBeath, J.C. Boyás y F. Jaramillo. CONABIO/UAEM, México, pp. 31-58.
- De la O-Toriz, J., B. Maldonado y C. Martínez-Garza. 2012. Efecto de la perturbación en la comunidad de herbáceas nativas y ruderales de una selva estacional mexicana. *Botanical Sciences* 90(4):469-480.
- Dirzo, R., H.S. Young, H.A. Mooney y G. Ceballos. 2011. *Seasonally dry tropical forests*. Island Press, Washington.
- Dorado, O., B. Maldonado, D.M. Arias *et al.* 2005. *Programa de conservación y manejo Reserva de la Biosfera Sierra Huautla México*. CONANP, México.
- González-Tokman, D. y C. Martínez-Garza. 2015. Effect of ecological restoration on body condition of a predator. *PLoS ONE* En: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0133551>>, última consulta: 26 de abril de 2017.
- Hernández-Flores, J., M. Osorio-Beristáin y C. Martínez-Garza. 2016. Ant foraging as an indicator of tropical dry forest restoration. *Environmental Entomology* 45:991-994.
- Hernández-Galindo, M.Á., C. Martínez-Garza y F. Rosas-Pacheco. 2015. Fenología floral, expresión sexual de árboles y entomofauna en parcelas bajo restauración ecológica. En: *Memoria del v Congreso de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*. scME, San Luis Potosí.
- Hernández-Silva, Y.G. 2016. *Araneofauna de vegetación en tratamientos de restauración ecológica en selva estacional de Sierra de Huautla, Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Hernández-Silva, Y.G., C.I. Rivas Herrera, G. Montiel-Parra y C. Martínez-Garza. 2014. Araneofauna en parcelas de restauración ecológica en la selva estacional de Sierra de Huautla, Morelos. En: *Memorias del iv Congreso latinoamericano de arcnología*. Sociedad Mexicana de Entomología, Morelia.
- Howe, H.F. y C. Martínez-Garza. 2014. Restoration as experiment. *Botanical Sciences* 92:459-468.
- Juan-Baeza, I., C. Martínez-Garza y E. Del-Val. 2015. Recovering more than tree cover: herbivores and herbivory in a restored tropical dry forest. *PLoS ONE* En: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0128583>>, última consulta: 26 de abril de 2017.
- Kader, M.A., M. Senge, M.A. Mojid y K. Ito. 2017. Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment. *Soil and Tillage Research* 168:155-166.
- Lavalle-Sánchez, A., D. Valenzuela-Galván y C. Martínez-Garza. 2011. Cambio temporal en la comunidad de hormigas en sitios de selva seca bajo restauración experimental. En: *Memorias de la III Reunión de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*. scME, Boca del Río.
- López-Barrera, F., C. Martínez-Garza y E. Cecon. 2017. Ecología de la restauración en México: estado actual y perspectivas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88(51):97-112.
- Majer, J.D. 2009. Animals in the restoration process-progressing the trends. *Restoration Ecology* 17:315-319.
- Maldonado-Almanza, B. 1997. *Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla, Morelos, México*. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de Ciencias-UNAM, México.
- Martínez-Garza, C., M. Osorio-Beristáin, D. Valenzuela-Galván y A. Nicolás-Medina. 2011. Intra and inter-annual variation in seed rain in a secondary dry tropical forest excluded from chronic disturbance. *Forest Ecology and Management* 262:2207-2218.
- Martínez-Garza, C., L. Gamboa-Villa, M. Osorio-Beristáin y A. Nicolás-Medina. 2013. Effects of manipulated succession in the frugivores community and the seed rain in a secondary dry tropical forest. En: *Memorias del I Congreso de la Asociación of Tropical Biology and Conservation*. ATBC, Costa Rica.
- Martínez-Garza, C., M. Osorio-Beristáin, R. Alcalá *et al.* 2016. Ocho años de restauración experimental en las selvas estacionales de México. En: *Experiencias mexicanas en la restauración de ecosistemas*. E. Cecon y C. Martínez-Garza (coords.). UNAM/Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias/UAEM/CONABIO, Cuernavaca, pp. 385-406.
- Martínez-Garza, C., M. Osorio-Beristáin, D. Valenzuela-Galván *et al.* 2012. Natural and manipulated succession in a Mexican dry forest: recovering functional diversity. En: *Memorias del xlix Congreso de la Asociación of Tropical Biology and Conservation*. ATBC, Brasil.
- Martínez-Pérez, A. 2014. *Efecto de los tratamientos de restauración ecológica en la regeneración de avanzada en la selva baja caducifolia de la Sierra de Huautla, Morelos, México*. Informe final de investigación (biología). UAM, México.
- Martínez-Ramos, M. y A. Soto-Castro. 1993. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rainforest. *Vegetatio* 108:299-318.
- Meli, P. 2003. Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. *Interciencia* 28:581-590.
- Mena-Maldonado, F.E. 2017. *Análisis de la riqueza y la abundancia herpetofaunística en parcelas bajo restauración ecológica en bosque tropical caducifolio*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.

- Montes de Oca Villegas, M. y C. Martínez Garza. 2013. Tasa de supervivencia y crecimiento de 20 especies de árboles nativos de la selva baja caducifolia en plantaciones experimentales en la Sierra de Huautla, Morelos, México. En: *Ecología de la selva seca. Estudios de caso*. M. Osorio-Beristain y C. Martínez-Garza (eds.). UAEM, Cuernavaca, pp. 42-44.
- Núñez-Cruz, A. y C. Bonfil. 2013. Initial establishment of three species of tropical dry forest in a degraded pasture: effects of adding mulch and compost. *Agrociencia* 47:609-620.
- Orea-Gadea, J. 2010. *Efecto de plantaciones mixtas sobre la diversidad herpetofaunística en selva baja caducifolia de Sierra de Huautla, Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- . 2016. *Estrategias para la recolonización de anfibios y reptiles en sitios perturbados de selva baja caducifolia*. Tesis de maestría en manejo de recursos naturales. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Rainer, F. 2011. *Biology of spiders*. Universidad de Oxford, Estados Unidos de América.
- Rivas-Alonso, E. 2015. *Lluvia de semillas en un gradiente sucesional con énfasis en dispersión por murciélagos del bosque tropical caducifolio de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla en Morelos, México*. Tesis de maestría en biología integrativa para la biodiversidad y la conservación. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Rivas-Herrera, C.I. 2015. *Araneofauna errante (Arachnida: Araneae) en tratamientos de restauración ecológica en la selva estacional de Sierra de Huautla, México*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Rivas-Herrera, C.I., D. González-Tokman y C. Martínez-Garza. 2017. Efecto de la restauración ecológica sobre el tamaño y la calidad de la puesta de la araña *Nephila clavipes* (Linnaeus, 1767). En: *Memorias del VI Congreso de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*. SCME, Guanajuato.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. CONABIO, México.
- Santana-Huicochea, G., C. Martínez-Garza, M. Osorio-Beristain y V. Salinas-Melgoza. 2018. Evaluation of nocturnal lepidopterans (Lepidoptera: Heterocera) on eight years old restoration settings in a Mexican dry forest. Are they reliable indicators of success? (Inédito).
- SDS. Secretaría de Desarrollo Sustentable. 2013. *Proyecto integral para la conservación y restauración ecológica de sitios prioritarios del estado de Morelos del ramo 16, anexo 30, del programa de fortalecimiento del presupuesto de egresos de la federación 2013*. En: <<http://sustentable.morelos.gob.mx/categoria/temas/cr/financiamiento-anexo-30>>, última consulta: 22 de noviembre de 2018.
- . 2014. *Programa de ordenamiento ecológico regional del estado de Morelos*. Publicado el 29 de septiembre del 2014 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- SEMARNAT. 2003. *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Publicada el 25 de febrero del 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 24 de enero de 2017.
- SERI. Society for Ecological Restoration International. 2006. *The SER international primer on ecological restoration*. SERI, Tucson.
- Singh, A.N. y J.S. Singh. 2006. Experiments on ecological restoration of coal mine spoil using native trees in a dry tropical environment, India: a synthesis. *New Forests* 31:25-39.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Efecto del establecimiento de plantaciones de restauración ecológica en la fertilidad del suelo en una selva estacional secundaria

Valentina Carrasco Carballido, Héctor Jiménez Hernández, Flavio Márquez Torres, Cristina Martínez Garza y Julio Campo Alves

Introducción

Entre 1990 y 2010 la pérdida neta anual de área de bosque colocó a México en el séptimo lugar mundial con una tasa de -0.52% (-352 ha/año; FAO 2010). En este mismo sentido, de 1973 a 1989, la deforestación en Morelos por libre pastoreo y agricultura se calculó en 1.4% por año (Trejo y Dirzo 2000).

La deforestación conlleva la degradación química y desertificación de los suelos (Ayuntamiento de Yauatepec y SEDESOL 2012). En el estado, 78.3% de la propiedad de los bosques es de tipo social, por lo que la disminución de esta cobertura se convierte en un problema ambiental severo con consecuencias sociales importantes (Oswald y Jaramillo 2012). Ejemplo de éstas son la pérdida de fuentes de aprovechamiento para la recolección de alimento y recursos para la subsistencia de los pobladores locales (Ramos 2005).

Asimismo, la disminución de los recursos naturales repercute negativamente en la salud y la calidad de vida de los pobladores (Ceccon 2016). Bajo estas circunstancias, se requiere que los proyectos de restauración que se planteen a futuro procuren acelerar la recuperación de los beneficios ecológicos y sociales de los servicios ecosistémicos que los bosques brindan.

La restauración ecológica es el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER 2002). La restauración puede ser: 1) intervención mínima, por medio de la exclusión del ganado con alambre de púas, en donde se favorece la llegada de semillas de plantas provenientes de árbo-

les cercanos, su sobrevivencia y crecimiento (sucesión natural; Martínez-Garza *et al.* 2016); o 2) intervención máxima, mediante la realización de plantaciones que se hacen con individuos de tallas más grandes para facilitar su sobrevivencia (Martínez-Garza *et al.* 2016).

Las plantaciones de especies de bosque maduro son necesarias para la recuperación de la composición en la restauración de la selva baja caducifolia (Aide *et al.* 2000, Alba-García 2011). En un estudio realizado por Alba-García (2011) en Morelos, se encontró que la llegada de semillas (reclutamiento) de especies leñosas en la selva baja caducifolia secundaria (sitios abandonados que están en proceso de regeneración) es bajo en riqueza y densidad. Las especies reclutadas durante cuatro años en sitios excluidos son las mismas que dominan la selva secundaria perturbada (Alba-García 2011).

Consecuentemente, para acelerar la regeneración de la selva se requiere un enriquecimiento con especies de la selva madura (Alba-García 2011, Ceccon *et al.* 2015, Martínez-Garza *et al.* 2016). Si sólo se le apuesta a la exclusión del ganado como estrategia de restauración se establecerán especies pioneras durante muchos años y el sitio restaurado no irá en la dirección de conformar una selva madura.

La selección de las especies es importante porque cada una cumple distintas funciones en el ecosistema (Bengtsson 1998). El resultado de la combinación de especies cuyos individuos interactúan reciclando el material de ida y vuelta entre las formas orgánicas e inorgánicas, se le conoce como función ecosistémica (Palmer *et al.* 2006). Estos elementos dan lugar a los procesos bio-

Carrasco-Carballido, V., H.E. Jiménez Hernández, J.F. Márquez Torres, C. Martínez-Garza y J. Campo Alves. 2020. Efecto del establecimiento de plantaciones de restauración ecológica en la fertilidad del suelo en una selva estacional secundaria. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 370-375.

geoquímicos asociados al hábitat y las interacciones entre la materia orgánica viva, muerta e inorgánica (Palmer *et al.* 2006).

Cabe mencionar que evaluar el contenido de nutrientes en el suelo es una forma de tener indicadores de la función ecosistémica que las plantas están cumpliendo en un lugar (Bengtsson 1998, Chapin III *et al.* 2011). La presencia de plantas favorece la adición de nutrientes y materia orgánica al sistema, lo cual genera cambios de composición y estructura del suelo por el mayor reciclaje de nutrientes y producción de materia orgánica (Bengtsson 1998, Ceccon *et al.* 2003, Lin 2010).

El suelo es otro de los elementos que se puede manipular en un proceso de restauración ecológica para facilitar la recuperación de la función ecosistémica. Cuando un ecosistema ha sido perturbado se alteran los ciclos de nutrientes, debido a la pérdida de los componentes de las redes tróficas como los productores, consumidores y detritívoros (Lin 2010). Por ejemplo, en el caso del pH se ha visto que, bajo diferentes usos de la tierra es mayor en áreas perturbadas o cultivadas que en las zonas conservadas (Schulte y Ruhayat 1998). El pH determina la disponibilidad de nutrientes y se relaciona con la posibilidad de vida de microbios degradadores de la materia orgánica en el suelo (Vásquez y Dávila 2008). Por ello, en un proceso de evaluación de la fertilidad del suelo, también se le debe de dar seguimiento a los valores de pH.

También es importante calcular la proporción de C:N (carbono:nitrógeno) porque muestra las diferencias en la calidad de materia orgánica a lo largo del proceso de transición en el porcentaje de cobertura vegetal (Johnson y Weding 1997). El nitrógeno (N) y el fósforo (P), entre otros nutrimentos, son esenciales para el crecimiento de las plantas (Chapin III *et al.* 2011).

En la selva baja caducifolia la producción primaria (producción de hojas, tallos, raíces, ramas) puede estar limitada por el fósforo además del nitrógeno (Vitousek 1984, Tanner *et al.* 1998). Los sitios de selva pueden estar condicionados por nutrientes dependiendo de los niveles de precipitación (Campo 2016).

Los sitios subhúmedos (1 240 mm/año) no presentan una limitación evidente por nitrógeno o fósforo, los intermedios (995 mm/año) pueden estar restringidos en contenido de fósforo y los semiáridos (642 mm/año) se encuentran limitados por nitrógeno (Campo 2016). Así surge la duda de, cómo es que las plantaciones podrían transformar el contenido de nutrientes en el suelo y de

cómo los que quedan disponibles determinan la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas.

En este trabajo se presentan los resultados del estudio de evaluación de la sucesión natural y la recuperación de la función del ecosistema en la selva baja caducifolia, que determinó el efecto de plantaciones mixtas de especies de árboles nativos en la concentración de nutrientes en el suelo de un área con vegetación secundaria. Este ecosistema presenta un marcado periodo de lluvias y secas, cuando la mayoría de la vegetación pierde las hojas como una medida de protección para evitar la pérdida de agua durante la prolongada sequía (Dorado *et al.* 2005). Dicha característica ofrece la oportunidad de evaluar los procesos de reciclaje de nutrientes de una manera concentrada en la época de lluvias.

Árboles nativos para mejorar la fertilidad del suelo

La concentración de nutrientes en el suelo se evaluó durante dos años de exclusión del ganado. Se estableció como hipótesis de trabajo que las plantaciones favorecerían la recuperación de la fertilidad del suelo, lo cual se reflejaría en las mayores concentraciones de carbono (C), nitrógeno y fósforo, respecto a aquellas encontradas en sitios sin plantación.

El estudio se desarrolló en terrenos de uso agropecuario en el ejido de Quilamula, municipio de Tlaquiltenango (1 070 msnm, 18° 30' 37", 99° 01' 10"), en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBISOH), la cual presenta un rango altitudinal de 700 a 2 200 msnm y una temperatura media anual de 24.5°C (Dorado *et al.* 2005).

En los meses de mayo a octubre, se concentra 90% de la precipitación anual (Dorado *et al.* 2005). Para el periodo de 1951-2010, en total se sumó 909 mm/año (± 24) en promedio (CONAGUA 2016). De acuerdo con los datos registrados por la estación número 17008 Huautla, para el periodo de estudio 2013-2014 la precipitación fue mayor, debido a que alcanzó un promedio de 1 163 mm/año (± 32 ; CONAGUA 2016). En cuanto al tipo de suelo, los dominantes son Feozem háplicos, Regosoles éutricos y Litosoles (INEGI 1980) y la vegetación dominante es la selva baja caducifolia (Dorado *et al.* 2005).

La plantación para el estudio se estableció en julio de 2013 dentro de una zona en la que se excluyó la presencia de ganado por medio de alambre de púas, y que fue

dividida en seis bloques de 51 x 30 m, cada uno con ocho sub-bloques de 10.5 x 9 m. En 24 sub-bloques no se efectuó ninguna plantación con el fin de tomarlos como testigos. En otros 24 sub-bloques se hicieron plantaciones con brinzales (plantas jóvenes) que se ubicaron a 1.5 m de distancia entre sí.

Las plantaciones fueron mixtas, e incluyeron seis especies de la vegetación nativa (cuadro 1). Las especies cumplen distintas funciones en el ecosistema (Bengtsson 1998). Con base en la función y las necesidades del sitio a restaurar se pueden elegir las especies adecuadas para hacer plantaciones mixtas (Cecccon *et al.* 2003, Davic 2003). Por ejemplo, las especies pioneras son las más utilizadas en las plantaciones de restauración (Brown y Lugo 1990, Lamb *et al.* 2005).

Mediante el uso de pioneras en las plantaciones se busca hacer llegar propágulos de fuentes cercanas para que funcionen como perchas para animales dispersores. La introducción de las pioneras facilita el establecimiento de las especies no pioneras cumpliendo funciones de conservación al generar cambios en temperatura y humedad en el sitio (Brown y Lugo 1990).

Las plantaciones son una estrategia para acelerar la sucesión favoreciendo el establecimiento de especies no pioneras que no llegan al sitio de manera natural (Aide *et al.* 2000, Martínez-Garza y Howe 2003, Cole *et al.* 2010, Alba-García 2011). Las plantas leguminosas son fijadoras de nitrógeno, debido a que lo hacen aprovechable para otras especies de plantas y microorganismos y aceleran la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Singh y Singh 2006, Tripathi y Singh 2008).

Se tomaron muestras diagnósticas de suelo antes de iniciar la plantación en 2012. Los resultados se incluyen solamente como referencia, pero no se utilizaron para los análisis estadísticos, debido a que tienen un diseño de muestreo distinto al establecido para las muestras anuales.

Los nutrientes en el suelo se evaluaron anualmente durante dos años en los sub-bloques con plantación y sin

plantación. En cada uno de ellos se tomaron seis muestras (288 en total) de suelo entre los 0-10 cm de profundidad. Las seis muestras de suelo se mezclaron para conformar una sola muestra compuesta por sub-bloque (48 en total). Asimismo, se evaluó el pH, las concentraciones de nitrógeno, fósforo y carbono, y se calculó la proporción de C:N con muestras tamizadas (malla de 2 mm) con la metodología descrita en Anderson e Ingram (1993) en el Laboratorio de Biogeoquímica Terrestre y Clima del Instituto de Ecología de la Universidad Autónoma de México (UNAM).

Resultados

A dos años de la instalación de las exclusiones del ganado se incrementó la concentración de carbono, nitrógeno y fósforo en el suelo (cuadros 2 y 3). La concentración de nutrientes en las parcelas sin plantación y con plantación fue similar, en dos años de evaluación.

Algunos estudios previos en la región de estudio han comparado la concentración de nutrientes en el suelo con vegetación conservada y con vegetación secundaria (Saynes *et al.* 2005, Valdespino *et al.* 2009), y otros la concentración de nutrientes después de un uso para ganadería activa (Jara *et al.* 2009). El estudio con el que se efectuó este trabajo fue el primero en comparar el efecto de las plantaciones de restauración con plantaciones mixtas en el contenido de nutrientes en el suelo.

Los resultados resaltan la importancia de evaluar proyectos de restauración a mediano y largo plazo (más de 10 años y más de 25 años, respectivamente). Esto debido a que, en el corto plazo no fue posible distinguir el efecto de las plantaciones. Se esperaría un efecto de las plantaciones debido a que en estudios de cronosecuencia (cambios en la vegetación a lo largo del tiempo) se ha encontrado un efecto del establecimiento de vegetación dependiendo de la identidad de las especies.

El efecto del tiempo en la concentración de nutrientes en el suelo se relaciona con la suspensión de la

Cuadro 1. Especies utilizadas en las plantaciones en Sierra de Huautla.

Crecimiento lento	Crecimiento rápido
Fabaceae	Fabaceae
Colorín o tzompantli (<i>Erythrina americana</i>)*	Palo blanco o guayabillo (<i>Acacia coulteri</i>)*
Tepemezquite (<i>Lysiloma divaricata</i>)*	Leucaena o guaje colorado (<i>Leucaena esculenta</i>)*
Bignoniaceae	Anacardiaceae
Cuatecomate (<i>Crescentia alata</i>)	Ciruelo (<i>Spondias mombin</i>)

*Especies fijadoras de nitrógeno. Fuente: elaboración propia con datos de Jiménez 2017, Carrasco-Carballido 2019.

Cuadro 2. Promedios con error estándar de concentraciones de nutrientes en el suelo durante 2013 y 2014 en Quilamula, Morelos.

Características del suelo	Primer año	Segundo año	Varianza (F _(1,92) ^b)
pH	6.61 ± 0.10	6.63 ± 0.11	0.020 ^{ns}
Carbono orgánico (mg/g)	19.90 ± 0.56	28.8 ± 0.94 ^a	35.51 ^{***Ln}
Nitrógeno total (mg N/g)	1.62 ± 0.04	1.84 ± 0.04 ^a	15.78 ^{***}
Proporción carbono: nitrógeno	12.48 ± 0.30	15.94 ± 0.60 ^a	26.97 ^{***}
Fosforo total (µg/g)	111 ± 2.65	127 ± 2.70 ^a	15.8 ^{***}

^aValor de mayor magnitud; ^bgrados de libertad calculados con el número de muestras; ^{Ln}datos que fueron transformados con logaritmo natural; ^{ns}no significativo. Significancia de los resultados de la ANOVA: *P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001. Fuente: elaboración propia con datos de Jiménez 2017, Carrasco-Carballido 2019.

Cuadro 3. Promedios con error estándar de concentraciones de nutrientes en el suelo en exclusiones y plantaciones en Quilamula, Morelos.

Características del suelo	Exclusión	Plantación	Varianza (F _(1,92) ^b)
pH	6.57 ± 0.10	6.60 ± 0.11 ^a	0.39 ^{ns}
Carbono orgánico (mg/g)	24.5 ± 0.90 ^a	24.3 ± 1.08	0.40 ^{ns}
Nitrógeno total (mg N/g)	1.7 ± 0.04	1.7 ± 0.04	0.21 ^{ns}
Proporción carbono: nitrógeno	14.1 ± 0.47 ^a	14.0 ± 0.05	0.23 ^{ns}
Fósforo total (µg/g)	120.3 ± 2.85 ^a	118.9 ± 2.50	0.23 ^{ns}

^aValor de mayor magnitud; ^bgrados de libertad calculados con el número de muestras; ^{ns}no significativo. Significancia de los resultados de la ANOVA: *P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001. Fuente: elaboración propia con datos de Jiménez 2017, Carrasco-Carballido 2019.

perturbación, el aumento en la producción de biomasa de las plantaciones (Escorcia 2018) y de la composición de especies vegetales reclutas (Carrasco-Carballido 2019).

Otro elemento importante que define el efecto del tiempo es la disponibilidad de lluvia, porque la humedad determina la producción de biomasa (Escorcia 2018), la velocidad de descomposición de la hojarasca, la conformación de mantillo (Rojas 2018) y finalmente la incorporación de nutrientes en el suelo (Carrasco-Carballido 2019). Por lo tanto, en la interpretación de los resultados se debe considerar la precipitación anual histórica y de los años de estudio, así como el comportamiento de las lluvias durante el periodo húmedo que es cuando los procesos se concentran en una selva estacional.

Conclusiones

A dos años de exclusión del ganado para establecer plantaciones se encontró que la concentración de nutrientes es similar en las parcelas con plantación y las exclusiones en donde sólo hubo sucesión natural. Con estos resultados se podría proponer realizar exclusiones de ganado para hacer una intervención mínima con el fin de lograr un efecto positivo en los nutrientes en el suelo. El esta-

blecimiento de plantaciones mixtas de especies de lento y rápido crecimiento, además de tener un efecto en los nutrientes en el suelo, sirve para enriquecer la biodiversidad de manera inmediata en un sitio perturbado.

Referencias

- Aide, T.M., J.K. Zimmerman, J.B. Pascarella *et al.* 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. *Restoration Ecology* 8:328-338.
- Alba-García, L. 2011. *Reclutamiento de leñosas en la selva seca de la localidad de El Limón de Cuauchichinola, Sierra de Huautla, Morelos, México*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Anderson, J.M. y J.S.I. Ingram. 1993. *Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods*. CAB International, Reino Unido.
- Ayuntamiento de Yauatepec y SEDESOL. Ayuntamiento de Yauatepec y Secretaría de Desarrollo Social. 2012. *Atlas de riesgos naturales de Yauatepec, Morelos 2011*. Prospectiva y Actualidad Analítica, A.C., México.
- Bengtsson, J. 1998. Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relations between biodiversity and ecosystem function. *Applied Soil Ecology* 10:191-199.

- Brown, S. y A.E. Lugo. 1990. Tropical secondary forest. *Journal of Tropical Ecology* 6:1-32.
- Campo, J. 2016. Shift from ecosystems P to N limitation at precipitation gradients in tropical dry forest at Yucatán, Mexico. *Environ Research Letters* 11(9): 095006.
- Carrasco-Carballido, V. 2019. *Evaluación de la sucesión natural y la recuperación de la función del ecosistema en la Selva Baja Caducifolia*. Tesis de doctorado en ciencias biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Ceccon, E. 2016. La dimensión social de la restauración en bosques tropicales secos: diálogo de saberes con la organización no gubernamental Xuajin Me'Phaa en Guerrero. En: *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. E. Ceccon y C. Martínez-Garza (coords.). UNAM/Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias/UAEM/CONABIO, Cuernavaca. pp. 347-368.
- Ceccon, E., P. Huante y J. Campo. 2003. Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on the survival and recruitment of seedlings of dominant tree species in two abandoned tropical dry forests in Yucatán, México. *Forest Ecology and Management* 182:387-402.
- Ceccon, E., I. Sánchez y J. Powers. 2015. Biological potential of four indigenous tree species from seasonally dry tropical forest for soil restoration. *Agroforestry Systems* 89:455-467.
- Chapin III, F.S., P.A. Matson y P. Vitousek. 2011. *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. Springer, Nueva York.
- Cole, R.J., K.D. Holl, C.L. Keene y R.A. Zahawi. 2010. Direct seeding of late-successional trees to restore tropical mountane forest. *Forest Ecology and Management* 261:1590-1597.
- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2016. *Servicio metereológico nacional de la Comisión Nacional del Agua*. En: <<http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=more>>, última consulta: 10 de diciembre de 2016.
- Davic, R.D. 2003. Linking keystone species and functional groups: a new operational definition of the keystone species concept. *Conservation Ecology* 7:1-11.
- Dorado, O., B. Maldonado, D.M. Arias et al. 2005. *Programa de conservación y manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, México*. CONANP, México.
- Escorcia, E. 2018. *Evaluación de la hojarasca en plantaciones de restauración ecológica en la selva estacional de Sierra de Huautla, Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca (inédito).
- FAO. Food and Agriculture Organization. 2010. *Evaluación de los recursos forestales mundiales, Informe principal*. ONU, Roma.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1980. x Censo general de población y vivienda. Censo de población y vivienda. Resultados definitivos, tabulados básicos, integración territorial del estado de Morelos. En: *Síntesis geográfica del estado de Morelos*. Secretaría de Programación y Presupuesto, México.
- Jara, P., E. Martínez y J. Campo. 2009. N and P dynamics in the litter layer and soil of Mexican semi-arid forests, state of Morelos. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 130:164-170.
- Jiménez, H.E. 2017. *Efecto de plantaciones de restauración ecológica en el contenido de nutrientes en la selva estacional de Quilamula, Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca.
- Johnson, N.C. y D.A. Weding. 1997. Soil carbon, nutrients, and mycorrhizae during conversion of dry tropical forest to grassland. *Ecological Society of America* 7:171-182.
- Lamb, D., P.D. Erskine y J.A. Parrotta. 2005. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science* 310:1628-1632.
- Lin, H. 2010. Earth's critical zone and hydrogeology: concepts, characteristics, and advances. *Hydrology and Earth System Sciences* 14:25-45.
- Martínez-Garza, C. y H.F. Howe. 2003. Restoring tropical diversity: beating the time tax on species loss. *Journal of Applied Ecology* 40:423-429.
- Martínez-Garza, C., M. Osorio-Beristáin, R. Alcalá et al. 2016. Ocho años de restauración experimental en las selvas estacionales de México. En: *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. E. Ceccon y C. Martínez-Garza (coords.). UNAM/Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias/UAEM/CONABIO, Cuernavaca, pp. 385-406.
- Oswald, S.Ú. y F. Jaramillo. 2012. Del Holoceno al Antropoceno: evolución del ambiente en Morelos. En: *Historiografía de Morelos, tierra, gente, tiempos del Sur*. H. Crespo y L.G. Morales-Moreno (eds.). Congreso del Estado de Morelos/UAEM, pp. 325-384.
- Palmer, M.A., J.B. Zedler y D. Falk. 2006. *Foundations of restoration ecology*. Island Press, Washington.
- Ramos, M. 2005. La influencia de los aspectos sociales sobre la alteración ambiental y la restauración ecológica. En: *Temas sobre restauración ecológica*. O. Sánchez, E. Peters, R. Márquez-Huitzil et al. (eds.). SEMARNAT/INE/US. Fish and Wildlife Service/UPC, México, pp. 31-45.
- Rojas, G. 2018. *Efecto de plantaciones de restauración en la concentración de nitrógeno y fósforo en el mantillo en la vegetación secundaria de una Selva Estacional, Quilamula Morelos*. Tesis de licenciatura en biología Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM, Cuernavaca (inédito).
- Saynes, V., C. Hidalgo, J.D. Etchevers y J. Campo. 2005. Soil C and N dynamics in primary and secondary seasonally dry tropical forest in Mexico. *Applied Soil Ecology* 29:282-289.
- Schulte, A. y D. Ruhayat. 1998. *Soils of tropical forest ecosystems: characteristics, ecology and management*. Springer Science and Business Media, Berlín.

- SER. Society for Ecological Restoration. 2002. *The SER primer on ecological restoration. science and policy working group*. SER, Estados Unidos de América, pp. 3-9.
- Singh, A.N. y J.S. Singh. 2006. Experiments on ecological restoration of coalmine spoil using native trees in a dry tropical environment, India: a synthesis. *New Forest* 31:25-39.
- Tanner, E., P.M. Vitousek y E. Cuevas. 1998. Experimental investigation of nutrient limitation of forest growth on wet tropical mountains. *Ecology* 79:10-22.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 49:133-142.
- Tripathi, N. y R. Singh. 2008. Ecological restoration of mined-out areas of dry tropical environment, India. *Environmental Monitoring and Assessment* 146:325-337.
- Valdespino, P., R. Romualdo, L. Cadenazzi y J. Campo. 2009. Phosphorus cycling in primary and secondary seasonally dry tropical forests in Mexico. *Annals of Forest Science* 66:107-107.
- Vásquez, R.E. y D. Dávila Z. 2008. Efecto de la humedad, temperatura y pH del suelo en la actividad microbiana a nivel de laboratorio. *Ecología Aplicada* 7(1-2):1726-2216.
- Vitousek, P.M. 1984. Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forest. *Ecology* 65:285-298.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Educación ambiental como elemento clave de la conservación

Tamara Anaii Contreras Villaseñor y Claudia Espinosa García

Introducción

A partir de 1970, Morelos sufrió un crecimiento demográfico y urbano que generó una mayor presión sobre los recursos naturales y la degradación de éstos (Oswald 1992). Esto en un contexto mundial caracterizado “por un acelerado cambio en que la globalización económica impone nuevas pautas para la producción y el consumo de los recursos” (Batllori 2001: 56).

De acuerdo con Tommasino (2005), estas modificaciones en la relación del ser humano con la naturaleza provocaron una crisis ambiental mundial que impacta en la calidad de vida de la población, que vive sujeta a una ética regida por los valores del mercado y a las políticas derivadas del modelo de desarrollo dominante. Por lo tanto, “la problemática ambiental emerge como una crisis de civilización: de la cultura occidental; de la racionalidad de la modernidad; de la economía del mundo globalizado. No es una catástrofe ecológica ni un simple desequilibrio de la economía. Es el desquiciamiento del mundo al que conduce la cosificación del ser y la sobreexplotación de la naturaleza” (Leff 2004: 11).

La relación entre pobreza, injusticia social y deterioro ambiental se ve reforzada por el desconocimiento de los límites de la naturaleza y de la relación sociedad-naturaleza, así como la ausencia de valores éticos y morales que permitan la solidaridad y el reconocimiento entre personas. Superar esta crisis ambiental implica un cambio estructural y de racionalidad social fundada en la autoorganización de la materia, en la productividad de la naturaleza y en la creatividad de los pueblos (Leff 1999).

La educación ambiental es la base clave para lograr dicha transformación estructural, debido a que es el proceso mediante el cual los sujetos y las colectividades construyen conocimientos y desarrollan capacidades,

actitudes y valores que les permiten entender la realidad ambiental y sociocultural, así como establecer una relación responsable con el medio ambiente para participar en la solución de la problemática ambiental (Maldonado 2003).

La educación ambiental debe contribuir a la transformación progresiva de las pautas de manejo de los recursos naturales y de las interrelaciones personales con criterios de sustentabilidad ecológica y equidad social (Maldonado 2009). Educar para el uso correcto del entorno, de manera que, la población aprenda a reconocer los problemas, no sólo de acuerdo con sus necesidades particulares, sino con una visión sistematizada. De tal manera que, les permita verse a sí mismos como elementos que interaccionan con otros, en un conjunto dinámico unido a la naturaleza con sus propias leyes y exigencias. “Es preciso detener los procesos destructivos, fomentar la conservación y el acceso equitativo a los recursos naturales y defender el patrimonio histórico cultural de Morelos” (Batllori 2001: 56).

Para el caso específico del tema del presente capítulo, se reconoce “que el concepto de biodiversidad contiene desafíos de comunicación y educativos muy singulares, derivados de su amplitud, complejidad y naturaleza mal definida pero que, en última instancia, la conservación de la biodiversidad dependerá de una delicada interacción de procesos ecológicos, culturales, económicos y de la intervención humana” (González 2003: 2).

Por ello, la biodiversidad no puede verse como un tema aislado de la educación ambiental, debe a que ésta no sólo busca la protección de la naturaleza, sino que promueve la construcción colectiva de conocimientos y la valoración de saberes que se traduzcan en prácticas que mejoren la calidad de vida de las comunidades y fomenten la acción colectiva. Todo ello, a través de la

Contreras Villaseñor, T.A. y C. Espinosa García. 2020. La educación ambiental como elemento clave de la conservación. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 377-384.

conservación de la naturaleza y uso sustentable de los recursos naturales, para ayudar a consolidar sociedades plurales, equitativas y solidarias (Leff 2002).

En Morelos existe una diversidad de actores que a lo largo de los años se han involucrado en la consolidación de la educación ambiental. Dicha diversidad sirvió para sentar las bases de ese proceso de transformación, que permite avanzar hacia un desarrollo sustentable. El presente trabajo es un análisis de la situación de la educación ambiental formal y no formal en la entidad.

Marco normativo de la educación ambiental

Con la finalidad de establecer temas y acciones prioritarias para la educación ambiental, a partir de un diagnóstico socioambiental, Morelos cuenta con el Programa estatal de educación, capacitación y cultura ambiental para la sustentabilidad en condiciones de cambio climático (PEECCAS), el cual es el resultado de la actualización del Plan estatal de educación, capacitación y comunicación ambientales del Estado de Morelos (CECADESU y SEMARNAT 2005, SDS y SEMARNAT 2014).

El PEECCAS es el principal instrumento de planeación y eje rector para las acciones y proyectos de educación ambiental impulsadas por el gobierno del estado. El objetivo general del programa es promover una cultura ambiental orientada a fomentar la comprensión de la complejidad ambiental y a desarrollar conocimientos, actitudes, habilidades y valores para participar en la resolución de las problemáticas ambientales (SDS y SEMARNAT 2014).

La formulación del programa se basó en el marco normativo, tanto en el contexto internacional, como nacional y estatal, desde la declaratoria de Estocolmo en 1972 donde se debatió por primera vez la problemática del medio ambiente resaltando la importancia de éste para el ser humano y los demás seres vivos. En el contexto nacional, lo relacionado con la educación ambiental se dio a partir de 2005 que inició el decenio de la educación para el desarrollo sustentable como compromiso de México ante la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) durante la cumbre de la Tierra en 2002 celebrada en Johannesburgo.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través del Centro de Educación y

Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU) desarrolló la Estrategia de educación ambiental para la sustentabilidad en México, la primera que centraba toda la atención en la importancia de la educación ambiental. A partir de dicho instrumento se promovió el desarrollo de los planes estatales de educación ambiental, capacitación y comunicación educativa para el desarrollo sustentable.

La educación ambiental en México tuvo un gran avance en 2005, debido a que se logró la publicación de la Estrategia nacional de educación ambiental y de 31 planes estatales, entre ellos el Plan estatal de educación, capacitación y comunicación ambientales del Estado de Morelos (CECADESU y SEMARNAT 2005).

En este contexto, el PEECCAS retoma la normatividad a nivel internacional, nacional y estatal relacionada con la educación, los derechos humanos y el medio ambiente. El programa recupera las perspectivas de expertos en temas ambientales, educadores ambientales y organizaciones de la sociedad civil, principalmente, que participaron en foros de consulta, con el objetivo de establecer ejes temáticos y acciones prioritarias para la educación ambiental. Dentro de los ejes temáticos se incluye el de biodiversidad, en donde se establecen tres objetivos particulares con líneas de acción específicas (cuadro 1).

Los avances que Morelos ha tenido en lo referente a su marco normativo son significativos. Sin embargo, el reto es traducirlo a acciones concretas que logren una resignificación de la relación de los morelenses con la naturaleza.

Educación formal

La educación ambiental formal es aquella que se genera en el ámbito escolar, en el estado se enfoca a los temas ambientales en las asignaturas y currícula, así como al desarrollo de proyectos ambientales escolares (SDS y SEMARNAT 2014).

Anteriormente, el tema ambiental se trabajaba desde asignaturas como ciencias naturales, biología y geografía. Sin embargo, fue en 2011 cuando se incorporó la asignatura de educación ambiental para la sustentabilidad en todos los programas de estudio de preescolar, primaria y secundaria a nivel federal (CECADESU 2011).

Antes de formar parte de la currícula, la educación ambiental se abordó a partir de actividades extracurriculares para poder impulsar acciones encaminadas a

Cuadro 1. Objetivos particulares y líneas de acción del eje temático de Biodiversidad.

Objetivos particulares	Líneas de acción y temas prioritarios
Fomentar el conocimiento, valoración y conservación de la biodiversidad de Morelos	<p>De educación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conservación de la biodiversidad original de la entidad a través de procesos educativos en el ámbito formal y no formal <p>De comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contribuir al entendimiento de la vulnerabilidad de los ecosistemas y sus consecuencias para las poblaciones locales y los sectores implicados en su manejo
Conservar el patrimonio natural que representa la biodiversidad como un factor indispensable para la sustentabilidad en Morelos	<p>De educación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formación de sujetos estratégicos como agentes educativos responsables del cuidado de la biodiversidad del estado • Revalorización de conocimientos tradicionales <p>De capacitación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacitación para la realización de colectas, identificación de especies, elaboración de productos naturales para usos diversos • Divulgación de conocimientos tradicionales sobre la biodiversidad de la región a través de diferentes medios y estrategias de comunicación • Capacitación para el personal de empresas turísticas como guías interpretativas del patrimonio natural para sensibilizar al turista en relación con el valor de la biodiversidad • Capacitación para la instalación de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA)
Aprovechamiento sustentable de la biodiversidad	<p>De investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigación sobre el estado de biodiversidad en Morelos y el impacto del cambio climático en ella • Investigación etnográfica en torno al uso medicinal de especies vegetales, hongos y animales de la región y en otros temas relacionados con la biodiversidad <p>De capacitación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formación de técnicos especializados en el manejo, monitoreo ambiental, protección y vigilancia de las ANP • Capacitación de las comunidades que habitan en las comunidades aledañas a las ANP sobre la preservación de los recursos naturales • Capacitación para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de cada localidad

Fuente: elaboración propia con datos de SDS y SEMARNAT 2014.

conocer y atender la problemática ambiental con la participación de las comunidades escolares en el estado. En 1992 nació el Programa piloto de educación ambiental (PPEA) con el objetivo de impulsar dichas acciones. Dicho programa operó bajo la coordinación del Consejo Estatal Técnico de la Educación, dependiente del Instituto de la Educación Básica del estado de Morelos (IEBEM; CECADESU y SEMARNAT 2005).

A lo largo de los años se han organizado foros, congresos, eventos y talleres enfocados en promover la educación ambiental en el ámbito escolar. Una de las actividades exitosas que ha persistido con el tiempo es

la Cumbre infantil morelense por el medio ambiente (CIMMA),¹ que en 2017 celebró su décimo octava edición (figura 1; véase *Cumbre infantil morelense por el medio ambiente* en esta obra).

A pesar de que los avances de la educación ambiental formal son significativos y que las acciones impulsadas en el estado fortalecen los lineamientos que se generan a nivel federal por la Secretaría de Educación Pública, es necesario adoptar un enfoque menos fragmentado y con mayor continuidad a lo largo de todo el proceso formativo del alumno. De tal manera que, lleve al alumno a una mejor comprensión de la compleja crisis ambiental

¹ La CIMMA es un evento que se lleva año con año y que está enfocado en fomentar, en las niñas y niños de educación básica, valores y actitudes de respeto y cuidado del medio ambiente.



Figura 1. Durante la CIMMA se realizan diversas actividades relacionadas con el aprendizaje sobre la diversidad biológica de México. Foto: Archivo fotográfico de la SDS.

actual y a la toma de conciencia de su papel como sujeto histórico, integrado a su entorno y con capacidad de incidir en él a través de su actuar responsable en colaboración con su comunidad (CECADESU y SEMARNAT 2005).

Otras iniciativas para fortalecer la educación ambiental formal son los programas de gestión ambiental escolar. Éstos tienen como objetivo promover la implementación de sistemas de gestión ambiental en instituciones educativas, con la participación de la comunidad escolar, contribuir a disminuir su impacto en el entorno y forjar una ciudadanía ambientalmente responsable (CECADESU 2011).

Desde el año 2000, se impulsa la incorporación de las escuelas en programas de gestión ambiental escolar² entre los que destacan: Ecoprepas, Escuela baja en emisiones, Escuela verde, Programa de gestión escolar sustentable y Ecoschools (SDS y SEMARNAT 2014). Cabe mencionar que los programas mencionados anteriormente persiguen el mismo objetivo de certificar a escuelas como espacios de sustentabilidad. Sin embargo, las

escuelas que participaron en alguno de estos programas no tuvieron el seguimiento necesario y algunos programas dejaron de operar.

A la fecha existen diversas iniciativas, proyectos y acciones en materia de educación ambiental que se desarrollan en el nicho escolar. Sin embargo, no hay un proceso de sistematización de todos los esfuerzos en esta materia.

Destaca la generación de espacios como foros, congresos, ferias, talleres, eventos, entrevistas y cápsulas televisivas que sirven para la difusión y/o intercambio de experiencias entre escuelas o con la comunidad. Ejemplo de ello, es el caso de la CIMMA que reconoce el trabajo escolar a favor de la conservación de los ecosistemas y al mismo tiempo sirve para intercambiar y fortalecer las experiencias escolares.

Por otra parte, las universidades han jugado un papel muy importante para la consolidación de la educación ambiental formal en el estado, no sólo por ser la cuna de la formación de especialistas sobre el tema,

² Estos programas son impulsados desde distintos sectores como organismos internacionales, organizaciones sociales y gobiernos federal y estatal.

sino que se han involucrado en el desarrollo comunitario sustentable con programas e iniciativas sociales (sds y SEMARNAT 2014). Asimismo, son un aliado para el desarrollo de proyectos comunitarios, como agentes promotores de sustentabilidad en instituciones educativas de niveles básico, medio y medio superior, y a través de sus proyectos ambientales son un ejemplo para la población en general. La Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) es un perfecto ejemplo con el Programa de gestión universitaria (PROGRAU), enfocado en la separación, acopio y canalización de residuos sólidos escolares; así como una campaña permanente de sensibilización comunitaria a través de la radio universitaria.

Asimismo, la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR) tiene su iniciativa con el Centro de Capacitación Ambiental (CECAM). Este centro, de manera similar, se hace cargo del manejo de residuos sólidos del campus universitario y genera un espacio demostrativo con tecnologías sustentables que los mismos estudiantes y profesores operan. Por su parte, la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) trabaja en proyectos comunitarios de huertos, lombricompostaje y campañas de sensibilización dirigidas a las comunidades.

Estas instituciones dan capacitaciones sobre temas sustentables, incluida la biodiversidad, no sólo a los estudiantes de las universidades que representan, sino que se han vinculado con otros proyectos, por ejemplo, como facilitadores de la CIMMA. Los programas que desde la educación superior se implementan permiten que la comunidad universitaria vaya más allá de su formación profesional, al integrar a todo el personal e incorporar el elemento de sustentabilidad en el quehacer universitario.

La educación ambiental formal de nivel medio superior y superior se fortaleció con el Programa brigadas verdes, donde los becarios del Programa beca salario universal³ realizan acciones en beneficio de la comunidad y el medio ambiente, como reforestaciones, limpieza de espacios públicos, jornadas de acopio de residuos, entre otros.

Cabe mencionar que, los proyectos y las acciones que se generan en el nicho de la comunidad escolar no necesariamente son específicos al tema de biodiversidad. Sin embargo, se busca el entendimiento de los ecosistemas como un proceso mucho más complejo, en donde la comunidad escolar tiene un impacto y juega un papel importante, al procurar el cuidado de éstos a través de

prácticas de preservación del medio ambiente y de los recursos naturales, ya sea con acciones de difusión de la importancia del cuidado del medio ambiente o con proyectos ambientales escolares.

Educación no formal

De acuerdo con la North American Association for Environmental Education, la educación ambiental no formal es la “educación acerca del ambiente que se realiza en lugares no formales como parques, zoológicos, centros naturistas, centros comunitarios, campamentos de jóvenes, y otros, en lugar de un salón de clases en una escuela. Cualquier actividad educativa organizada acerca del ambiente que toma lugar fuera del marco educativo formal” (NAAEE 2014:1).

El término educación ambiental no formal se utiliza frecuentemente en lugar del de educación ambiental informal. Así, se puede entender que la educación ambiental no formal es aquella que practican quienes, con formación o no en ciencias de la educación, pedagogía, didáctica o conocimiento de los procesos de enseñanza aprendizaje y temas ambientales, tienen una intención manifiesta de compartir información o prácticas relativas al cuidado, protección y conocimiento del medio ambiente, sus procesos y problemas.

Si bien su fundamento es, que los seres humanos puedan vivir en compatibilidad con la naturaleza, con base en la distribución equitativa de los recursos y de los bienes disponibles, así como la posibilidad de tomar decisiones responsables y bien informadas, considerando siempre a las generaciones futuras. La práctica indica que la educación ambiental no formal se caracteriza por relacionar el conocimiento y el planteamiento de los problemas ambientales, globales y locales, con los aspectos educativos, sociales, políticos y culturales vigentes (SEMARNAT 2015).

En Morelos se identificó que la educación ambiental no formal se encuentra a cargo de dos instancias principales: las organizaciones de la sociedad civil (osc) y las administraciones estatales y municipales. La primera de ellas con trabajo en las comunidades, y la segunda por medio de la operación de oficinas de ecología, medio ambiente, protección ambiental, educación y capacitación ambiental.

³ El Programa de beca salario universal se implementó en 2014 y otorga un apoyo económico mensual a los estudiantes de nivel medio superior y superior con el fin de combatir la deserción escolar, a cambio los becarios deben de realizar trabajo comunitario.

El papel de las OSC ha sido fundamental para la consolidación de la educación no formal, debido a que inciden de manera puntual en poblaciones con problemáticas específicas, y prestan especial atención al trabajo con niños, mujeres y familias. Su objetivo es contribuir a la disminución del deterioro del medio ambiente al asegurar la permanencia de los ecosistemas, mediante la creación de una conciencia ambiental entre los pobladores del estado para que incorporen en su vida cotidiana prácticas, costumbres y hábitos de sustentabilidad.

Asimismo, reconocen que el conocimiento del nivel de deterioro ambiental y sus repercusiones, así como la construcción y la adopción de una postura individual y colectiva sobre el qué hacer para atenderlos, remediarlos o solucionarlos, no se consigue a través del reconocimiento y la aceptación de argumentos, la aplicación de leyes o la aceptación de imposiciones de la autoridad (multas o castigos). En este sentido, plantean que la educación ambiental para la sustentabilidad debe ser realista, con el fin de que la población modifique sus actitudes, comportamientos y valoración del ambiente (CECADESU y SEMARNAT 2005).

Desde el siglo XX, las OSC fueron pioneras en la formación de promotores ambientales a través de escuelas y talleres para la formación de gente de las comunidades en el estado, en temas relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente. Además, fortalecieron la participación ciudadana y la cohesión comunitaria con la formación de colectivos y redes de promotores (CECADESU y SEMARNAT 2005).

El trabajo de los educadores ambientales en la entidad ha sido constante. Un punto importante para la consolidación de éste es la generación de vínculos con instancias gubernamentales e internacionales que facilita la apertura de espacios de diálogo y participación para la construcción de políticas públicas relacionadas con la educación ambiental⁴ (CECADESU y SEMARNAT 2005).

En el ámbito de la administración pública a nivel estatal y municipal, la educación ambiental suele no ser continua, debido a los cambios en las administraciones. Generalmente, cuando hay un cambio de administración y de personal los programas se suspenden, lo que dificulta la continuidad y el éxito de éstos. La estrategia

que se utiliza en este sector corresponde, principalmente a la organización de eventos, ferias e impartición de pláticas y talleres.

En una encuesta realizada con 60 trabajadores municipales en 24 de los 33 municipios (73%) que participaron en un taller de educación ambiental organizado por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado, se encontró que 46 de ellos (76%) se consideran a sí mismos educadores ambientales, muchos de ellos sin formación relacionada, pero con una responsabilidad en el tema (Espinosa 2017).

Las instancias municipales de ecología y protección al ambiente no necesariamente ofrecen actividades de educación o comunicación ambiental. Son pocos los municipios que cuentan con un programa de educación ambiental y formación ciudadana. Asimismo, se trabaja poco desde los ayuntamientos para la educación ambiental, y en ningún caso de los analizados, ésta va enfocada específicamente a la conservación de la biodiversidad (Espinosa 2017).

Cabe señalar que, en materia de difusión de la diversidad biológica, a partir de 2012 se implementa un programa denominado educación para la conservación (SDS 2012). Dicho programa, consiste en proporcionar información a través de materiales de divulgación, talleres y recorridos guiados a escuelas de nivel básico de las comunidades involucradas en las áreas naturales protegidas de carácter estatal con la finalidad de que los habitantes de éstas conozcan su biodiversidad, la aprecien y la conserven.

En este mismo sentido, cada año a partir de 2015, Morelos se suma a la celebración de la Semana de la diversidad biológica que organiza la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) desde 2011, para conmemorar el día internacional de la diversidad biológica (22 de mayo; ONU 2001). Esta celebración se realiza con el objetivo de incrementar las actividades de difusión y participación de todos los sectores de la sociedad para conocer y actuar sobre la situación actual de la riqueza biológica del país.

Asimismo, a partir de 2016 se promueve la ciencia ciudadana⁵ a través de recorridos guiados para fotografiar la flora, fauna y hongos de espacios naturales.

⁴ Tanto el plan estatal como el PECCAS se hicieron en conjunto con las organizaciones de la sociedad civil y atendiendo a sus demandas; otro ejemplo es el decreto en el Periódico Oficial sobre la realización de la CIMMA por demanda de las mismas (CEAMA 2011).

⁵ Es una propuesta innovadora para obtener datos biológicos a través de la ciudadanía no especializada para apoyar el trabajo científico. Representa una herramienta de educación ambiental con gran potencial para promover el aprecio e interés por la biodiversidad, al involucrar a los ciudadanos en la toma de datos.

Posteriormente, los registros fotográficos se suben a la plataforma digital NaturaLista.⁶ Lo anterior tiene como objetivo incrementar el interés y conocimiento de la población morelense en la biodiversidad y su conservación (figura 2).

Otras iniciativas de educación no formal se relacionan con acciones del gobierno estatal, como los mercados verdes en diferentes municipios del estado, en los cuales se promueve el comercio justo, el consumo responsable y la alimentación saludable (Mercado Verde Morelos 2017). Sus visitantes se han vuelto frecuentes y han conformado una comunidad de vendedores y consumidores.

Además, se ha implementado un foro conocido como alternativas verdes, el cual tras su tercera edición en 2016 ha involucrado a los sectores productivos del estado. Por lo cual, se plantea como un foro que atrae el conocimiento científico a través de especialistas invitados para lograr análisis, discusión y aprendizaje de los retos que se presentan en las ciudades, que muestra las acciones, proyectos y programas que se desarrollan en dife-

rentes gobiernos locales a favor de la sustentabilidad, en un ambiente de innovación (Alternativas Verdes 2016).

Conclusiones

Las iniciativas que se han generado desde distintos sectores de la sociedad han enriquecido la educación ambiental en el estado. Es un reto de los educadores ambientales, tanto aquellos que trabajan en la educación formal como la no formal, traducir el marco normativo y las propuestas que se hacen a nivel teórico, a prácticas y acciones que realmente tengan un impacto y generen esa transformación que se busca a través de la educación ambiental.

A pesar de que la educación es la clave de la transformación, la crisis ambiental que enfrenta la humanidad no sólo responde a una falta de educación y conciencia ecológica, sino a un modelo económico, ético y moral. Por lo tanto, para poder corregir dicha situación hay que modificar las estructuras económicas y sociales (Delgadillo 2000, Calvo 2002). Así, la educación ambiental no sólo



Figura 2. Participantes del recorrido de naturalista en la selva baja caducifolia de la Reserva Estatal Sierra de Monte Negro. Foto: Archivo fotográfico de la SDS.

⁶ Es una plataforma digital de ciencia ciudadana donde los usuarios pueden aprender sobre flora y fauna de México y del mundo compartiendo y registrando fotografías.

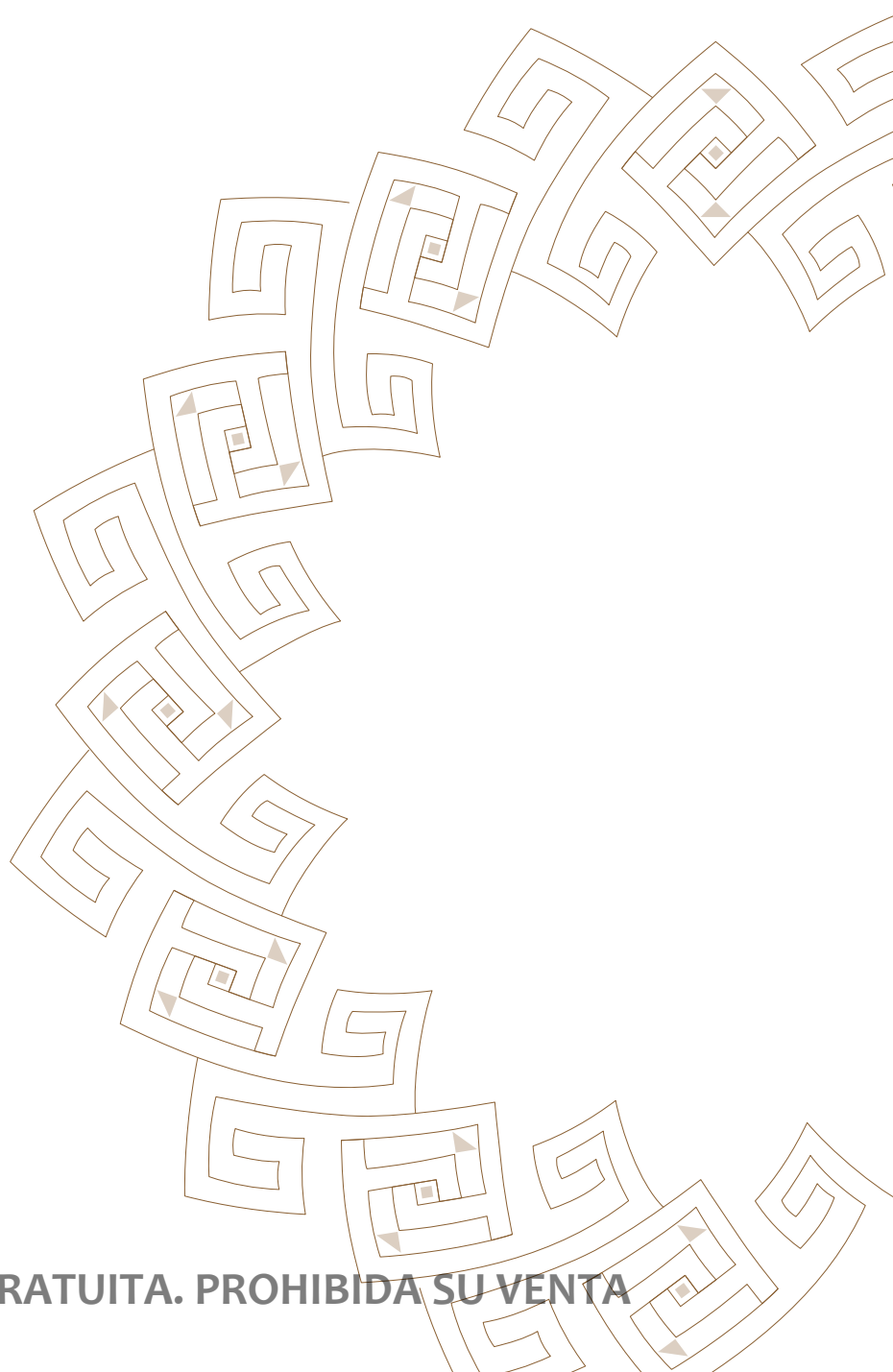
debe de enfocarse en concientizar y educar, sino en promover la participación y la acción colectiva para la construcción social de un nuevo modelo de desarrollo.

En Morelos se ha avanzado para la consolidación de la educación ambiental como un proceso pedagógico, y como una herramienta de empoderamiento de todos aquellos que a través de un cambio de valores y de sus hábitos cotidianos construyen una relación más armónica con la naturaleza y una mejora en su calidad de vida, convirtiéndose en agentes de cambio. Sin embargo, los esfuerzos deben continuar para lograr ese futuro común de bienestar social, a través de la conservación del patrimonio natural que soporta los modos de vida de los morelenses.

Es necesario encontrar formas de sistematizar y evaluar los esfuerzos que, desde la década de los ochenta del siglo xx se han generado para así, asegurar la participación y la continuidad de proyectos y programas y no perder las iniciativas puestas en marcha. Hay que sumar aliados y reforzar vínculos entre educadores y comunidades, bajo un diálogo que genere motivación y movilice la acción individual y colectiva, desde una muy extendida sensibilización, hasta la intervención especializada en la formulación de políticas públicas para identificar prioridades y áreas estratégicas (González 2003).

Referencias

- Alternativas Verdes. 2016. *¿Qué es Alternativas Verdes?* En: <<http://alternativasverdes.mx/2016/alternativasverdes/>>, última consulta: 1 de marzo de 2017.
- Batliori, A. 2001. Los problemas ambientales del estado de Morelos: la educación como parte de la solución. *Gaceta Ecológica* 61:47-60.
- Calvo, R. 2002. La educación ambiental y la gestión del medio. *Investigación en la escuela* 46:41-47.
- Ceama. Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente. Programa Estatal de Medio Ambiente. En: <http://www.periodicooficial.morelos.gob.mx/periodicos/2011/4915>, última consulta: 29 de agosto de 2019.
- CECADESU. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. 2011. *Informe del programa de educación ambiental para la sustentabilidad*. CECADDESU, México.
- CECADESU y SEMARNAT. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable y Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005. *Planes estatales de educación, capacitación y comunicación ambientales, compilación volumen II*. SEMARNAT, México.
- Delgadillo, J. 2000. *Contribuciones a la investigación regional en el estado de Morelos*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, México.
- Espinosa, G. 2017. *Informe para la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Morelos*. sds, Morelos (inédito).
- González, G. 2003. *Educación para la biodiversidad. Agua y desarrollo sustentable*. Gobierno del Estado de México, México.
- Leff, E. 1999. Tiempos de sustentabilidad. *Gaceta ecológica* 52.
- . 2002. *Saber ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Siglo XXI, México.
- . 2004. *Racionalidad ambiental, la reapropiación social de la naturaleza*. Siglo XXI, México.
- Maldonado, T. 2003. *Propuesta de líneas estratégicas para diseñar un programa de educación ambiental en la delegación Cuauhtémoc del Distrito Federal*. Tesis de maestría. Universidad Pedagógica Nacional, México.
- . 2009. Educación ambiental para la sustentabilidad. *Horizonte Sanitario* 2(8):4-7.
- Mercado Verde Morelos. 2017. *¿Qué es el Mercado Verde Morelos?* En: <<http://mercadoverdemorelos.com/home/sample-page/>>, última consulta: 3 de julio 2017.
- NAAEE. North American Association for Environmental Education. 2014. *Programas de educación ambiental no formal: pautas para la excelencia. Glosario*. En: <https://naaee.org/sites/default/files/spanish_nonformal_guidelines_complete.pdf>, última consulta: 1 de marzo de 2017.
- ONU. Organización de las Naciones Unidas. 2001. *Resolución aprobada por la Asamblea General sobre la base del informe de la Segunda Comisión (A/55/582/Add.2)*. Publicada el 8 de febrero de 2001. Texto vigente.
- Oswald, U. 1992. *Mitos y realidades del Morelos actual*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, México.
- sds. Secretaría de Desarrollo Sustentable. 2012. *Programa de educación para la conservación*. Dirección General de Áreas Naturales Protegidas, Gobierno del Estado de Morelos, Cuernavaca (inédito).
- sds y SEMARNAT. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2014. *Programa estatal de educación, capacitación y cultura ambiental para la sustentabilidad en condiciones de cambio climático*. SDS/SEMARNAT, México
- SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2015. *Guía para la elaboración de programas de educación ambiental no formal 1*. SEMARNAT, México.
- Tommasino, H. G. Foladori y J. Task. 2005. *La crisis ambiental contemporánea*. En: <http://rimd.reduaz.mx/coleccion_desarrollo_migracion/sustentabilidad/Sustentabilidad4.pdf>, última consulta: 26 de noviembre de 2018.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cumbre infantil morelense por el medio ambiente (CIMMA)

Rubén Eduardo Brito Jiménez

Con la finalidad de que la población infantil se expresara sobre la problemática ambiental, en 1999 dos niñas extendieron una petición a la autoridad del ejecutivo estatal para que se les apoyara en la realización de un encuentro. El objetivo de dicho evento sería el que los infantes externaran sus preocupaciones y sus propuestas en favor del cuidado del medio ambiente y los recursos naturales.

En sentido, se acordó que para que no sólo se les tome en cuenta más como datos estadísticos, niños de tres mil escuelas primarias del estado participarán (Hernández 1999). Así, en 2000 se efectuó la primera Cumbre infantil morelense por el medio ambiente (CIMMA) en el balneario Las Estacas, municipio de Tlaltizapán. Este primer evento contó con la participación de 70 ni-

ños y niñas morelenses, estudiantes de tercero a sexto grado de primaria.

Desde su primera edición, la CIMMA es un encuentro anual que tiene como propósito contribuir a la formación de una ciudadanía ambientalmente responsable, fincada en la modificación de sus hábitos de consumo y patrones de convivencia con criterios de sustentabilidad. Para ello, se realizan actividades entre niñas y niños de nivel primaria que fomentan y fortalecen la valoración, el uso sustentable y el cuidado del ambiente, desde el ámbito escolar, para salvaguardar los ecosistemas, las especies y la diversidad, y de esta forma aumentar los beneficios de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos derivados de ésta (figura 1).



Figura 1. Dentro de las actividades se procura abarcar diferentes temas con el acompañamiento de especialistas en cada uno de ellos. Foto: Rubén Brito Jiménez.

Brito Jiménez, R. 2020. Cumbre infantil morelense por el medio ambiente (CIMMA). En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. III*. CONABIO, México, pp. 386-389.

Cada año, la CIMMA inicia su proceso con la publicación de la convocatoria seis meses antes. En ésta se invita a escuelas de educación primaria del estado y de otras entidades federativas a desarrollar un proyecto ambiental, en el que se involucre a toda la comunidad educativa. Este proceso culmina con la realización de un foro en el mes de noviembre en donde las niñas y niños seleccionados, comparten experiencias adquiridas durante el desarrollo de los proyectos ambientales realizados en sus escuelas.

En el transcurso de su existencia, la CIMMA se ha enriquecido con la participación de infantes de Aguascalientes, Coahuila, Colima, Chiapas, Ciudad de México, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán, Veracruz y Zacatecas, así como representantes de Honduras y Nicaragua (Crónica Ambiental 2017). Además, se ha contado con la participación de escuelas públicas y privadas, por lo que se le considera un proyecto incluyente, con la asistencia en igualdad de condiciones de comunidades rurales, urbanas, menores con capacidades diferentes e indígenas (CIMMA 2006).

Cabe mencionar, que la CIMMA fue elegida en 2006 para presentarse en el IV Foro mundial del agua, dentro del II Foro mundial del agua de los niños, donde niños y niñas de todo el país presentaron los diferentes proyectos que llevan a cabo en favor del medio ambiente. La CIMMA tuvo buena aceptación, y se le consideró como proyecto candidato para que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) lo tomara como modelo de educación ambiental, debido a su factibilidad de implantarse en otros países.

Como parte de esta iniciativa, el entonces Secretario de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Morelos, Topiltzin Contreras MacBeath comentó en entrevista en 2016, que las propuestas de los niños y niñas serían escuchadas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Biodiversidad (COP13) de la que México fue sede. Por lo cual, en 2016 la CIMMA trabajó bajo el lema unidos por la conservación de la biodiversidad (Crónica Ambiental 2016).

Desde su creación, la CIMMA se convirtió en una plataforma para que las niñas y niños tuvieron una destacada participación. Desde entonces, ha recibido a 6 459 niñas y niños delegados; se han capacitado en contenidos teórico-práctico ambientales a 4 042 profesores y en contenidos metodológicos; y se ha instruido a 795 estu-

diantes universitarios que han fungido como facilitadores (Crónica Ambiental 2017).

Como resultado de ello, surgieron representantes de Morelos en otros foros o eventos ambientales de carácter nacional e internacional. Un ejemplo, fue la selección de niñas y niños de entre los delegados de varias ediciones de la CIMMA para realizar el noticiero infantil Agua del Mundo, efectuado bajo el auspicio del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) durante el IV Foro mundial del agua. Este noticiero se transmitió diariamente a través de un segmento informativo del Canal Once de México, así como del canal 27 del sistema de televisión educativa conocido como Red EDUSAT con cobertura en Latinoamérica, el Caribe y el sur de los Estados Unidos. Su producción fue en español e inglés (IMTA 2006).

En 2002, a partir de la primera participación de Morelos en el Congreso internacional de los niños por el medio ambiente, estudiantes participantes en las CIMMA asisten cada año al lugar en el que dicho congreso se celebra, en la Isla de Cozumel, Quintana Roo, en el marco del Día mundial del medio ambiente (Diario de Quintana Roo 2002).

Debido a su trascendencia, el 18 de mayo de 2005 se publicó en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad" número 4392, un decreto mediante el cual se estableció "como obligatoria la realización anual de la CIMMA, con el objeto de que las niñas y los niños que viven en el estado participen de manera activa con las autoridades ambientales, mediante propuestas y expresión de sus inquietudes en la materia" (Gobierno del Estado 2005: 8). Derivado de lo anterior, a partir del año 2000, se ha capacitado en contenidos teórico-práctico ambientales a 3 600 profesores, y se ha instruido a 700 estudiantes universitarios que fungen como facilitadores y relatores en las mesas de trabajo en las que se estructura la última fase del proceso de la CIMMA (Mujica y Bocanegra 2000).

Hasta su edición número diecisiete, se registró la participación de 6 900 niñas y niños, que durante el evento fueron delegados y delegadas, y quienes ya sea de manera transversal o directa, tuvieron la oportunidad de desarrollar sus proyectos abordando algún tema ambiental.

El fomento del trabajo integral en el desarrollo de los proyectos en los centros escolares, y en el programa de las actividades de la cumbre, permiten a las nuevas generaciones tener mayor conciencia y preocupación por el uso y el futuro de los recursos naturales (figura 2).



Figura 2. Actividades de divulgación de la ciencia dirigidas a las nuevas generaciones para que adquieran conciencia sobre el uso y el futuro de los recursos naturales. Foto: Rubén Brito Jiménez.

Asimismo, facilita la transferencia y la asimilación de contenidos medioambientales de una forma amena y creativa, que posibilita la aplicación en la práctica de los conocimientos adquiridos para detectar, analizar y resolver problemas de su entorno (figura 3).

Sin lugar a dudas, el futuro de la biodiversidad está ligado a las futuras generaciones. En este sentido, en la CIMMA se pone especial énfasis en abordar este tema con la finalidad de crear conciencia entre los participantes, a fin de que los niños incidan en sus familias y éstas a su vez en sus vecinos. De tal manera que, se multiplique la conciencia de la conservación de la diversidad biológica.

El hecho de que la CIMMA responda a un decreto, asegura su continuidad a pesar de los cambios administrativos o políticos, como se ha realizado por 16 años. Este es un buen ejemplo de como deberían llevarse las políticas ambientales a largo plazo.



Figura 3. Cumbre infantil, el aprendizaje de los niños en los talleres que se imparten se realiza a través de la práctica, en este caso en un río de Morelos. Foto: Rubén Brito Jiménez.

Referencias

- CIMMA. Cumbre Infantil Morelense del Medio Ambiente. 2006. *Cumbre infantil morelense por el medio ambiente "Escuelas sustentables"*. En: <http://201.116.60.95/sessions/FT4_46/CimmaCumbre%20Infantil%20Morelense%20por%20el%20medio%20ambiente.pdf>, última consulta: 5 de julio del 2017.
- Crónica Ambiental. 2017. *Niños mexicanos tendrán su propia cumbre sobre biodiversidad*. En: <<https://www.cronicaambiental.com.mx/nacional/ninos-mexicanos-tendran-su-propia-cumbre-sobre-biodiversidad/>>, 5 de julio del 2017.
- Diario de Quintana Roo. 2002. *Inauguran xi Congreso internacional de los niños por el medio ambiente*. Diario de Quintana Roo 6 de junio:1.
- Gobierno del Estado. 2005. *Acuerdo que establece como obligatoria la realización anual de la Cumbre infantil morelense del medio ambiente*. Publicado el 18 de mayo de 2005 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.

Hernández, L. 1999. Con el apoyo del gobernador, participarán niños en cumbre infantil. *La opinión de Morelos*. México.

IMTA. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2006. *Informe anual IMTA 2006 Tecnología de comunicación, participación e información*". En: <<https://www.imta.gob.mx/images/pdf/informesanuales/informe2006/comunicacion.pdf>>, última consulta: 5 de julio de 2017.

Mujica, A. y Bocanegra, M. 2000. *Folleto del manual de la etapa escolar para maestros(as) de educación básica del estado de Morelos para la primera CIMMA*. IEDEM, Morelos.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Jardines botánicos

Liliana Fuentes Vargas

Introducción

México es uno de los doce países megadiversos del mundo, resultado del gran número de especies de plantas y animales que alberga, muchas de ellas endémicas (Llorente-Bousquets y Ocegueda 2008). Esta gran diversidad se debe a la compleja topografía y geología, así como a los diversos climas y microclimas que se encuentran a lo largo del territorio.

En cuanto a plantas, México es un país con una gran riqueza florística de entre 22 mil y 31 mil especies, de

acuerdo con las diferentes estimaciones (CONABIO *et al.* 2008), de las cuales 50% son endémicas (sólo se encuentran en el país).

Esta diversidad vegetal enfrenta una gran problemática por la expansión y el desarrollo de actividades agropecuarias, la minería, el comercio ilegal, la expansión urbana, el cambio climático, la sobrecolecta de especies carismáticas y medicinales (figura 1), entre otras (Vovides *et al.* 2013).

Para contrarrestar lo anterior, derivada del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) en 2002 se publicó la



Figura 1. Orquídea flor de San Diego (*Laelia autumnalis*) endémica de México y con distribución en Morelos. Las poblaciones de esta especie están amenazadas por la sobrecolecta para el comercio ilegal. Foto: Jerzy Rzedowski Rotter/Banco de imágenes CONABIO.

Fuentes Vargas, L. 2020. Jardines botánicos. En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 391-395.

Estrategia global para la conservación vegetal, en la que se establecen acciones y metas globales, regionales, nacionales y locales para la conservación y uso sostenible de la diversidad vegetal para 2010. Posteriormente, estas metas se actualizaron para el periodo 2011-2020. Con la finalidad de fortalecer este instrumento, en México surge la Estrategia mexicana de conservación vegetal (EMCV; CONABIO *et al.* 2008a), la cual se actualizó para el periodo 2012-2030 con la finalidad de extender el periodo de planeación (CONABIO 2012).

Dentro de esta estrategia a los jardines botánicos se les reconoce como una parte fundamental para la conservación vegetal. Esto se debe a que ellos contribuyen al desarrollo de programas de educación, que se encuentran relacionados con el tema de la conservación de la biodiversidad, pues su existencia y funcionamiento favorece el conocimiento, la difusión y el uso sustentable de la diversidad vegetal (CONABIO *et al.* 2008a). En este sentido, la *Botanic Gardens Conservation International* (BGCI) los define como “una institución que posee colecciones de plantas vivas, científicamente organizadas, con el propósito de realizar investigación, conservación y educación” (BGCI 2017: 1).

Existen diferentes tipos de jardines botánicos, entre los que se encuentran los etnobotánicos, didácticos, de exhibición, demostrativos, comunitarios, jardines y parques recreativos, etcétera (Lascurain *et al.* 2006). Entre los principales objetivos destacan: la exhibición y propagación de flora; la conservación de especies; el cumplir con la función de bancos genéticos; la realización de investigación científica multidisciplinaria al desempeñarse como centros para la educación ambiental; y la divulgación científica (CONABIO *et al.* 2008b).

En México existe la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos (AMJB) fundada en 1980, la cual cuenta con 51 jardines botánicos miembros. La AMJB se encarga de impulsar el desarrollo y la consolidación de los jardines botánicos que existen en el país, apoyándolos en el cumplimiento de sus objetivos de investigación, difusión, educación ambiental y conservación (AMJB 2017).

En 2000, la AMJB publicó la Estrategia de conservación para los jardines botánicos mexicanos, y en 2007 elaboró el Plan de acción de los jardines botánicos mexicanos para el periodo 2004-2010. En dicho plan se definen las directrices de conservación, que son producto de la experiencia de los jardines botánicos del país y de la implementación de las metas de la Estrategia global

para la conservación vegetal (Rodríguez-Acosta 2000, AMJB 2008). Posteriormente, en 2012 se publica el Plan de educación ambiental para los jardines botánicos de México (Martínez *et al.* 2012).

Cabe mencionar que, entre las líneas de trabajo de la AMJB se encuentra el desarrollo de una colección de plantas amenazadas, la regionalización, la creación de bancos de información, el fomento a las relaciones interinstitucionales, la formación de recursos humanos, la obtención de recursos económicos, la relación con la comunidad, los estímulos fiscales para la conservación, y la conservación *in situ* (directamente donde se desarrolla de manera natural) y *ex situ* (fuera de donde se desarrolla de manera natural; CONABIO 2012).

Jardines botánicos en la entidad

En México, la historia de los jardines botánicos se remonta a tiempos precolombinos, con los primeros jardines botánicos en el siglo xv. Por ejemplo, el de Texcoco lo fundó Nezahualcóyotl y el de Oaxtepec lo mandó construir Moctezuma II (Caballero 2012).

El jardín de Oaxtepec, en el actual Morelos, fue un precursor de los herbarios contemporáneos en el país. En él se representaba la flora local pero principalmente a las plantas medicinales. Durante la época de la Colonia, este jardín fue el único que se conservó y se encargó de suministrar plantas medicinales al Hospital de la Santa Cruz de Oaxtepec que funcionó hasta mediados del siglo xviii (Vovides *et al.* 2010).

Actualmente, en el estado existen tres jardines botánicos: 1) Jardín etnobotánico y museo de medicina tradicional y herbolaria (miembro de la AMJB); 2) Jardín botánico estatal de la Universidad Autónoma del estado de Morelos; y 3) Jardín Etnobotánico en el recinto Atekokolli de Amatlán de Quetzalcóatl. A continuación, se presenta una descripción de cada uno de ellos.

Jardín etnobotánico y museo de medicina tradicional y herbolaria

Se ubica en la ciudad de Cuernavaca, y surge en 1974 como parte de un proyecto de investigación del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). En 1994, la AMJB le otorga la denominación de Colección nacional de plantas medicinales (García *et al.* 2012, INAH 2015), y es el acervo principal del Jardín etnobotánico.

Sus objetivos son la conservación y la difusión de la importancia y uso cultural de la flora, así como la transmisión del conocimiento y prácticas tradicionales relacionadas con la medicina tradicional y la etnobotánica. Además, se realizan trabajos permanentes en las áreas de mantenimiento y aumento de las colecciones vivas con un área de propagación, herbolaria y servicios educativos (García *et al.* 2012, INAH 2015).

El acervo de este jardín incluye 802 especies, de las cuales 59.35% son nativas de México y se encuentran distribuidas en seis colecciones (cuadro 1; García *et al.* 2012). Cabe mencionar que para 2017, esta información se encontraba en proceso de actualización (Antonio 2017, Salazar 2018). Asimismo, 28 especies están dentro de la NOM-059 (SEMARNAT 2010), y 38 se encuentran en alguno de los tres apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

Jardín botánico estatal de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

Este jardín fue fundado en 1979 por el profesor Rafael Monroy Martínez con apoyo de estudiantes, investigadores y académicos. Se encuentra a cargo del laboratorio de Ecología del Centro de Investigaciones Biológicas y de

la Facultad de Ciencias Biológicas de UAEM (Ayala *et al.* 2010).

Se ubica en los límites (centro sur) del Corredor Biológico Chichinautzin y tiene un área de 10 ha. Entre los objetivos del jardín se encuentran la enseñanza, la investigación, la conservación y el manejo de los recursos naturales (Ayala *et al.* 2010).

Cuenta con 107 especies que representan el ecotono (zona de transición natural donde se encuentran especies de dos ecosistemas diferentes) entre el bosque templado y la selva baja caducifolia (Ayala *et al.* 2010). La flora del jardín se organiza en tres colecciones de plantas vivas (cuadro 2).

Jardín etnobotánico en el recinto Atekokolli de Amatlán de Quetzalcóatl

Se encuentra en Amatlán de Quetzalcóatl en el municipio de Tepoztlán, dentro del Centro de Medicina Tradicional Atekokolli, el cual surge a partir de un grupo de jóvenes con la finalidad de llevar a la práctica el conocimiento heredado sobre el aprovechamiento de las plantas (Gispert *et al.* 2010). Para su constitución, el jardín recibió financiamiento de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a través de la Coordinación de la Investigación Científica, la Facultad

Cuadro 1. Especies nativas e introducidas por colección en el Jardín etnobotánico y museo de medicina tradicional y herbolaria.

Colecciones	Nativas	Introducidas	Total	Ejemplos de especies presentes en la colección
Colección nacional de plantas medicinales	179	149	328	Cuachalalate (<i>Amphipterygium adstringens</i>) Axihuitl (<i>Ageratina conspicua</i>) Pericón (<i>Tagetes lucida</i>)
Colección de plantas ornamentales	100	127	227	Tulipan africano (<i>Spathodea campanulata</i>) Gardenia (<i>Gardenia jasminoides</i>)
Colección de plantas alimenticias y condimenticias	76	50	126	Orégano mexicano (<i>Lippia graveolens</i>) Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) Albahaca (<i>Ocimum campechianum</i>)
Colección estatal de selva baja caducifolia	75	0	75	Clavelino (<i>Pseudobombax ellipticum</i>) Copal blanco (<i>Bursera copallifera</i>) Cirian (<i>Crescentia alata</i>)
Colección de orquídeas	24	0	24	Toritos (<i>Stanhopea tigrina</i>) (A) Flor de San Diego (<i>Laelia autumnalis</i>) Vainilla (<i>Vanilla planifolia</i>) (Pr)
Colección de plantas xerófitas	22	0	22	Biznaga (<i>Coryphantha elephantidens</i>) (A) Biznaga del peñón de Amayuca (<i>Mammillaria magnifica</i>) (Pr) Peyote (<i>Lophophora williamsii</i>) (Pr)
Total	476	326	802	

Incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna de las siguientes categorías: amenazada (A) y sujeta a protección especial (Pr). Fuente: elaboración propia con datos de SEMARNAT 2010, García *et al.* 2012, SC e INAH 2017.

Cuadro 2. Colecciones del Jardín botánico estatal-UAEM.

Colecciones	Características	Ejemplos de especies presentes en la colección
Arboretum	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene especies representativas de la transición del bosque templado y la selva baja caducifolia • Todas se cuentan con una etiqueta con sus datos 	Ocote (<i>Pinus montezumae</i>) Cedro blanco (<i>Cupressus lusitanica</i>) Copal (<i>Bursera glabrifolia</i>) Cazahuate (<i>Ipomea murucoides</i>)
Agroecosistema	<ul style="list-style-type: none"> • Huerto establecido por vecinos del jardín • Contiene hierbas, arbustos y árboles de uso medicinal, comestible, de ornato y de sombra 	Toronjil morado (<i>Agastache mexicana</i>) Pericón (<i>Tagetes lucida</i>) Hierba del golpe (<i>Oenothera rosea</i>)
Vivero	Vivero que funge como: <ul style="list-style-type: none"> • Escenario didáctico para talleres • Sitio para la propagación de especies silvestres que se emplean para la restauración de áreas abiertas del jardín, o se donan a diferentes instituciones del estado para programas de reforestación 	Pochote (<i>Ceiba pentandra</i>) Huaje rojo (<i>Leucaena esculenta</i>) Colorín (<i>Erythrina americana</i>)

Fuente: elaboración propia con datos de Ayala *et al.* 2010.

de Ciencias y los miembros del grupo de etnobotánica (Gispert *et al.* 2010).

El objetivo del jardín es exhibir una parte de la riqueza biocultural de esta población, a través de la concentración de plantas de uso medicinal y alimentario, tanto nativas como introducidas. La finalidad es buscar su conservación, manejo *in situ* y divulgación entre la ciudadanía.

Las especies que se encuentran en el jardín se dividen en varias jardineras de diferentes formas y tamaños, elaboradas con roca o madera. Además, cada especie cuenta con una ficha de información.

Entre las especies que se encuentran en el jardín están el toronjil morado (*Agastache mexicana*), el palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), la ruda (*Ruta chalepensis*) y el cuajilote (*Parmentiera aculeata*). Cabe señalar que ninguna de las especies que existen en el jardín está en alguna categoría de la NOM-059 (SEMARNAT 2010, Ramírez 2018).

Conclusiones y recomendaciones

En Morelos existen diferencias entre los jardines botánicos, debido a que estos dependen de organismos diferentes, las capacidades técnicas, de recursos humanos y económicos no son las mismas. Esto se refleja en el tipo de colecciones que poseen, en la investigación y vinculación que realizan.

A pesar de ello, el trabajo que se hace en los jardines es trascendente para la conservación vegetal. De tal manera que, se han convertido en instrumentos impor-

tantes, convirtiéndose en lugares donde se realiza investigación, educación ambiental y divulgación científica.

Asimismo, se debe continuar con las acciones de conservación *ex situ*, con énfasis en las especies que se encuentran incluidas en alguna categoría de la NOM-059 (SEMARNAT 2010), nativas, endémicas o de importancia sociocultural o económica en el estado. Además, se debe continuar con la propagación de plantas para mantener e incrementar las colecciones, y así contar con las especies para reintroducir y restaurar los ecosistemas con especies de la región.

Por otra parte, se recomienda el trabajo conjunto entre los jardines botánicos, así como la creación de vínculos entre las instituciones académicas y los diferentes niveles de gobierno. Esto con la finalidad de colaborar en proyectos, compartir conocimiento y experiencias para conservar tanto a las especies vegetales como el conocimiento tradicional.

Referencias

- AMJB. Asociación Mexicana de Jardines Botánicos. 2008. Plan de acción de la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, A.C. 2004-2010. *Amaranto Nueva Época* 1(1):54-62.
- . 2017. *Jardines miembros*. En: <<https://www.concyteq.edu.mx/amjb/index.html>>, última consulta: 27 de marzo de 2017.
- Antonio, O.E. 2017. Jefa del herbario del Jardín etnobotánico y museo de medicina tradicional y herbolaria. Comunicación personal, julio.
- Ayala, E.I., H. Colín y R. Monroy. 2010. Jardín botánico estatal: un rincón universitario. En: *Biodiversidad, conservación y manejo en el*

- Corredor Biológico Chichinautzin, condiciones actuales y perspectivas.* J.R. Bonilla-Barbosa, V.M. Mora, J. Luna-Figueroa et al. (eds.). UAEM/Centro de Investigaciones Biológicas/CCYTEM/Gobierno del Estado de Morelos, México, pp. 281-293.
- BGCI. Botanic Gardens Conservation International. 2017. *Definition of a botanic garden.* En: <<https://www.bgci.org/resources/1528/>>, última consulta: 13 de junio de 2017.
- Caballero, N.J. (coord.). 2012. *Jardines botánicos: contribución a la conservación vegetal de México.* CONABIO/AMJB, México.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012. *Estrategia mexicana para la conservación vegetal, 2012-2030.* CONABIO, México.
- CONABIO, CONANP y SEMARNAT. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008a. *Estrategia mexicana para la conservación vegetal: objetivos y metas.* CONABIO/CONANP/SEMARNAT, México.
- CONABIO, IMAE y UAA. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes y Universidad Autónoma de Aguascalientes. 2008b. *La biodiversidad en Aguascalientes: estudio de estado.* CONABIO/IMAE/UAA, México.
- García, F., L.A. Beltrán-Rodríguez, G. Zúñiga et al. 2012. La contribución del Jardín Etnobotánico del Centro INAH-Morelos en la aplicación de la Estrategia global y la Estrategia mexicana para la conservación vegetal. En: *Jardines botánicos: contribución a la conservación vegetal de México.* N.J. Caballero (coord.). CONABIO, México, pp. 86-96.
- Gispert, C.M., H. Rodríguez, B. Coutiño et al. 2010. Jardín etnobotánico en el recinto Atekokolli de Amatlán de Quetzalcóatl. En: *Biodiversidad, conservación y manejo en el Corredor Biológico Chichinautzin, condiciones actuales y perspectivas.* J.R. Bonilla-Barbosa, V.M. Mora, J. Luna-Figueroa et al. (eds.). UAEM/Centro de Investigaciones Biológicas/CCYTEM/Gobierno del Estado de Morelos, México, pp. 270-278.
- INAH. Instituto Nacional de Antropología e Historia. 2015. *Jardín etnobotánico y museo de medicina tradicional.* En: <<http://www.inah.gob.mx/es/red-de-museos/251-jardin-etnobotanico-y-museo-de-la-medicina-tradicional>>, última consulta: 28 de marzo de 2017.
- Lascurain, M., O. Gómez, O. Sánchez et al. 2006. *Jardines botánicos: conceptos, operación y manejo.* AMJB, México.
- Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: *Capital natural de México: conocimiento actual de la biodiversidad*, vol. I. CONABIO, México, pp. 283-322.
- Martínez, L., V. Franco y T. Balcázar. 2012. *Plan de acción en educación ambiental para los jardines botánicos de México.* AMJB/Jardín Botánico del Instituto de Biología-UNAM, México.
- Ramírez, G.R. 2018. Encargado del Jardín etnobotánico en el recinto Atekokolli de Amatlán de Quetzalcóatl. Comunicación personal, febrero.
- Rodríguez-Acosta, M. 2000. *Estrategia de conservación para los jardines botánicos mexicanos.* AMJB, México.
- Salazar, G.L. 2018. Directora del Jardín etnobotánico y museo de medicina tradicional y herbolaria. Comunicación personal, marzo.
- SC e INAH. Secretaría de Cultura e Instituto Nacional de Antropología e Historia. 2017. *Jardín etnobotánico y museo de la medicina tradicional y herbolaria, Colecciones.* En: <http://lugares.inah.gob.mx/museos-inah/museo/museo-colecciones.html?search=coleccion_museo&task=search&coleccion_museo=389&lugar_id=389>, última consulta: 9 de noviembre de 2017.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.* Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- Vovides, A.P., E. Linares y R. Bye. 2010. *Jardines botánicos de México: historia y perspectivas.* Gobierno del Estado de Veracruz/INE, México.
- Vovides, A.P., C. Iglesias, V. Luna et al. 2013. Los jardines botánicos y la crisis de la biodiversidad. *SciELO México* 91(3):239-250.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Servicios ecosistémicos

Lucía Almeida Leñero, Rocío Ortiz Vázquez, María Fernanda Pacheco González, Etna Carolina Ziehl Quirós, Claudia Galicia Castillo e Indira Brunei Hernández Sánchez

Introducción

Los servicios ecosistémicos se consideran como la capacidad de los ecosistemas para brindar servicios a las poblaciones humanas (Díaz *et al.* 2005, Hooper *et al.* 2005, Balvanera *et al.* 2006). Las propiedades de la biodiversidad como la abundancia relativa y la composición –genes, especies, comunidades o paisajes– que hay en una región son muy importantes, debido a que éstos determinan la tasa, la magnitud y la dirección de los procesos ecosistémicos.

Asimismo, la composición y la riqueza de especies son indispensables para la provisión de servicios ecosistémicos (SE) y el funcionamiento de los ecosistemas. Esto se relaciona con su salud, entre mayor biodiversidad la resiliencia¹ aumenta. De esta forma, los ecosistemas brindarán a largo plazo servicios a la humanidad (Balvanera *et al.* 2009).

Los habitantes de Morelos obtienen beneficios de los ecosistemas, como el aprovechamiento del agua y alimentos. También se utilizan algunas especies para la elaboración de objetos de ornato, vestimenta, plantas medicinales, entre otros, todo ello de acuerdo con MA (2005), se define como SE.

El concepto de SE constituye el vínculo entre los componentes y los procesos de los ecosistemas, con los beneficios que las sociedades humanas obtienen de los mismos (Boyd y Banzhaf 2007). Los beneficios que otorgan los SE pueden ser directos o indirectos (MA 2003). Se clasifican en servicios de provisión, regulación, culturales y soporte (figura 1).

Este tema se desarrollará a lo largo del capítulo, a partir de literatura especializada como informes y artículos que proporcionan un panorama general de la importancia y el estado actual de los SE en Morelos. Esta información es importante para comunicar este conocimiento a los habitantes de la entidad y permitir la toma de medidas necesarias para asegurar la permanencia y continuidad de los SE para la población actual y para las generaciones futuras.

Servicios de provisión

Los servicios de provisión son los productos tangibles que se obtienen de los ecosistemas. Son el sustento principal de la población humana (Pisanty *et al.* 2016). Esta categoría implica el uso y la transformación directa de los ecosistemas. Por ello, es más fácil el reconocimiento de estos bienes. Se incluyen la obtención de alimentos, agua y recursos maderables y no maderables, entre otros (Balvanera *et al.* 2009, Pisanty *et al.* 2016).

Alimentos

Los alimentos son un beneficio directo de los ecosistemas, que han sido el sostén de la humanidad. Quizá sea más fácil apreciar este servicio si se hace referencia a la caza o la pesca. Pero, incluso en una milpa, en donde la acción del ser humano es evidente, son necesarios los procesos biológicos y ecosistémicos para la obtención de cualquier alimento que se conoce (Pisanty *et al.* 2016).

¹ Capacidad de los ecosistemas de mantener su estructura y funciones ante diferentes disturbios (Folke *et al.* 2002, Sarukhán *et al.* 2012).

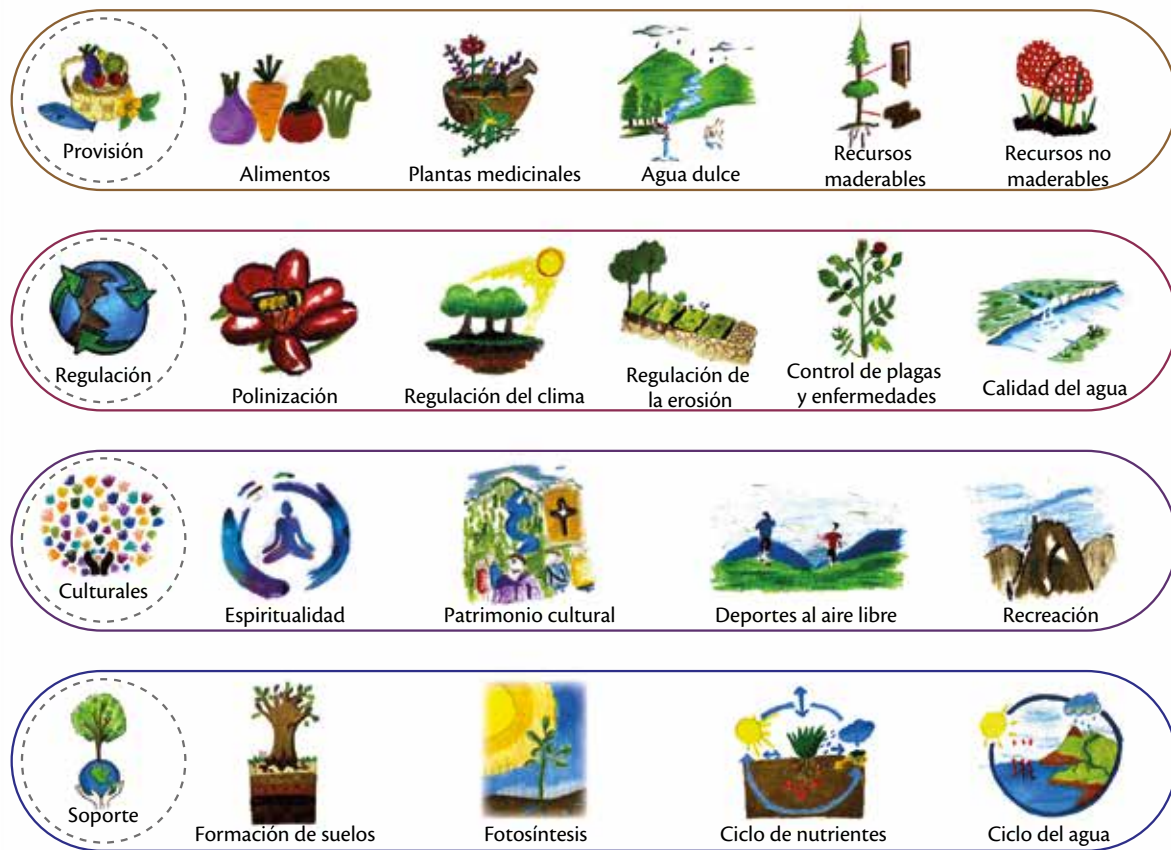


Figura 1. Clasificación de los servicios ecosistémicos. Fuente: elaboración propia con datos de MA 2005 e ilustraciones de Jordie Alexis Guevara Aguilar y Paula Nayeli Meraz Flores.

En Morelos existe un clima y tipo de suelo adecuado para la actividad agrícola. Aunado a esto, los productores de alimentos de la entidad, tienen como centro de consumo principal la zona metropolitana de la cuenca de México (SEDAGRO 2014). Es por ello, que esta práctica es relevante en el estado. Las principales especies que se cultivan son: arroz (*Oryza sativa*), maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum spp.*), nopal (*Opuntia ficus-indica*) y la más importante, la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*; figura 2). Además, existe la producción de miel y hortalizas.

El sector agrícola de Morelos participó en el llamado milagro mexicano, a través de la producción de azúcar, hortalizas y miel (Ávila 2001). Este período hace referencia a la estabilidad económica entre 1958 y 1970 en México, cuando el producto interno bruto (PIB) alcanzó un promedio anual de 6.7% a través del impulso de la industria (Aparicio-Cabrera 2010).

La producción de alimentos es fundamental para el sostén de la economía de las comunidades. Sin embargo, se ha visto amenazada debido a la entrada en vigor del tratado de libre comercio (TLC) y por el cambio de uso del suelo, los cuales han propiciado que los campesinos abandonen los campos agrícolas y vendan sus terrenos a fraccionadoras e inmobiliarias (Contreras-MacBeath *et al.* 2006). Durante el periodo 2010-2016, es posible observar la disminución en la superficie de cultivo al igual que el cambio en el valor de la producción (cuadro 1).

Por ello, se han introducido nuevos cultivos en el estado como diferentes tipos de agaves, flores de ornato, viveros y hortalizas orientales. Sin embargo, estos cultivos tienen como principal característica la demanda de poca mano de obra, pero requieren de una mayor inversión en insumos y tecnología comparado con los cultivos de maíz y sorgo (Contreras-MacBeath *et al.* 2006, SIAP 2016).

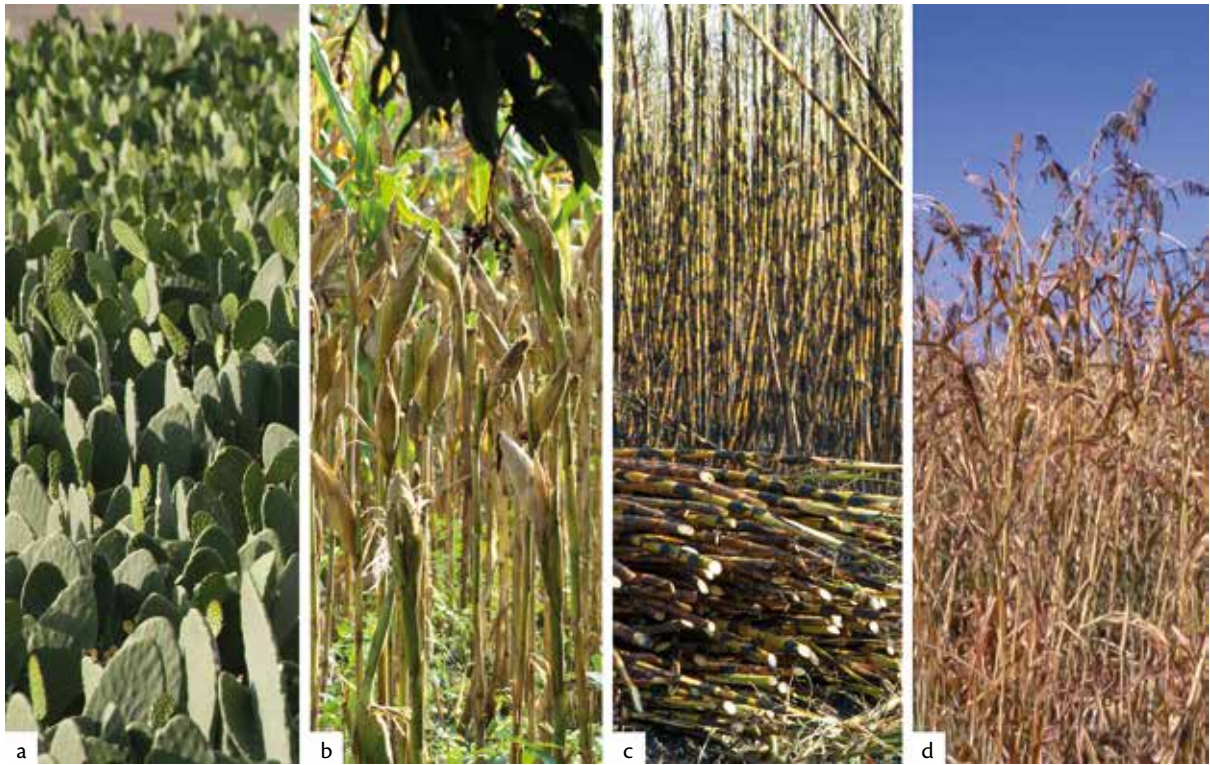


Figura 2. Ejemplos de alimentos obtenidos por medio de los servicios de provisión: a) nopal (*Opuntia ficus-indica*); b) maíz (*Zea mays*); c) caña de azúcar (*Saccharum officinarum*); y d) sorgo (*Sorghum* spp.). Fotos: Adalberto Ríos Szalay/Banco de imágenes CONABIO (a, b, c), Efraín Hernández Xolocotzi/Banco de imágenes CONABIO (d).

Cuadro 1. Fluctuaciones en las áreas destinadas a siembra y cosecha en Morelos durante el periodo 2010-2016.

Año	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Valor producción (miles de pesos)
2016	132 251.80	127 449.30	6 378 633.07
2015	133 001.65	128 058.05	5 198 509.75
2014	137 540.48	133 397.88	5 303 031.29
2013	137 076.46	133 473.16	5 768 211.00
2012	131 137.28	130 345.28	5 521 222.82
2011	134 072.20	128 908.20	5 441 173.47
2010	135 307.80	131 356.60	5 794 458.15
Promedio	134 341.10	130 426.92	5 629 319.94
Total	940 387.67	912 988.47	39 405 239.55

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP 2017.

Actividades pecuarias

La producción pecuaria hace referencia a las actividades relacionadas con la cría y comercialización de ganado, esto es, incluye, además de la cría, la reproducción, el mejoramiento y el aprovechamiento de animales domésticos. El fin es la obtención de diversos productos de

valor comercial, como: carne, leche, huevo, miel, entre otros. El ganado puede estar constituido por especies bovinas (vacas), porcinas (cerdos), ovinas (borregos), caprinas (cabras) y avícolas (pollo, pavo, y otras; Kahrs 2008, Pisanty *et al.* 2016, INEGI 2017).

En el estado, la actividad pecuaria tiene una escasa producción y una importancia económica menor. En el

corredor metropolitano Cuernavaca-Cuatla que, incluye a los municipios de Cuernavaca, Temixco, Emiliano Zapata, Jiutepec, Xochitepec, Yauatepec, Cuatla, Yecapixtla y Ayala se genera 36.4% del valor de la producción total de la entidad. Respecto a los demás municipios, Tepalcingo y Axochiapan generan 9.47% y el porcentaje restante se divide entre los otros (SIAP 2016). Entre los principales productos pecuarios que se producen en Morelos, se encuentran las aves de corral y la miel (cuadro 2).

Del producto bovino obtenido en Morelos, 78% es carne y leche (Contreras-MacBeath *et al.* 2006). De este porcentaje, 67.7% se cría bajo un sistema extensivo, principalmente en ejidos, lo cual ha llevado al uso de agostaderos o tierras con la capacidad de producir forraje para el ganado y animales silvestres (SEDAGRO 2014).

Respecto al ganado porcino, éste se cría principalmente de forma tradicional por las familias. A esto se le conoce, como cría de traspatio, y es destinada al mercado local (SEDAGRO 2014).

Principalmente, la crianza de aves en el estado es para la producción de huevo y carne, y se genera a partir de dos técnicas distintas. La primera es la tradicional, lo cual hace referencia a la producción de traspatio o avicultura rural. Este sistema carece de tecnologías modernas, por lo que su rendimiento tiende a ser bajo, pero es de bajo costo y únicamente para autoconsumo o ventas locales.

La segunda forma de crianza es la tecnificada, en la que se utiliza un sistema de grandes compañías o consorcios avícolas, que integran avances tecnológicos con los que generan grandes volúmenes, con los que se obtienen productos procesados de alto interés comercial (Lastra *et al.* 1998). Está segunda técnica se lleva a cabo en su mayoría en los municipios de Ayala, Puente de Ixtla, Tlaltizapan, Emiliano Zapata y Xochitepec (SEDAGRO 2014). Sin embargo, ambas técnicas de pro-

ducción han decaído a partir de la década de los noventa, debido a la competencia por la apertura de comercio al mercado norteamericano, (Contreras-MacBeath *et al.* 2006).

Por el contrario, la apicultura se destaca a nivel nacional y se considera una práctica tradicional de los campesinos morelenses. La producción de miel y de abejas reina, se lleva a cabo en 70% del territorio estatal. Por ello, se considera una de las actividades más importantes del sector agropecuario, en 2016 aportó aproximadamente 1 870 t de miel (SIAP 2016).

En el estado, las zonas de mayor producción de miel se encuentran en los municipios de Ocuituco, Yecapixtla, Tlalnepantla y Jonacatepec que, en conjunto produjeron 1 306.7 t durante 2016 (INEGI 2017). Más de 90% de la producción se coloca en el mercado nacional, pero también se exporta a los Estados Unidos de América y a Europa (Contreras-MacBeath *et al.* 2006).

En las reservas estatales de Sierra de Monte Negro y Las Estacas, y en los parques estatales de El Cerro de la Tortuga y El Texcal, a partir de 2014 se implementaron 18 apiarios, con una con una producción de 4 772 l de miel de 2014 a 2016, lo que contribuyó a la economía local de las comunidades de estas áreas naturales protegidas (ANP; Ramírez 2017). Sin embargo, algunas dificultades que enfrenta esta actividad son el uso de agroquímicos, su rentabilidad, la africanización y la introducción del ácaro verroa (*Varroa spp.*; SEDAGRO 2014).

A diferencia de la pesca, la acuicultura involucra actividades de manejo para la cosecha de estos alimentos, como la introducción de especies o la creación de ambientes apropiados para la crianza de diversos organismos acuáticos (Balvanera *et al.* 2009). Las culturas prehispánicas en México consumían gran variedad de peces y otros organismos dulceacuícolas. Situación que se ha mantenido hasta la actualidad (Contreras-MacBeath *et al.* 2006).

En Morelos, la acuicultura representa una importante actividad económica, puesto que para 2015 se registraron 508 unidades (criaderos) de producción acuícola, de las cuales, 167 son de cultivo de organismos para consumo (tilapia, trucha, langostino y bagre), y 341 son de producción de peces de ornato, que ubican al estado en el primer lugar nacional en este último rubro (PNUD 2017). Para 2016, las especies con mayor producción en el estado fueron la mojarra (832.04 t),

Cuadro 2. Producción pecuaria en 2016.

Principales productos	Producción (t)
Avícola	67 102
Bovino	11 943
Porcino	6 380
Ovino	1 039
Caprino	964
Leche (bovino)	20 245*
Miel	1 873

*Miles de litros. Fuente: elaboración propia con datos de SIAP 2016.

el bagre (18.4 t) y la trucha (7.27 t; SAGARPA 2013, SIAP 2017).

Adicionalmente, se cultivan especies de uso ornamental, con una producción registrada de 45.03 t de peces, lo que las posiciona en el segundo lugar con mayor valor comercial del estado (SIAP 2017). Desde 2006 se han realizado esfuerzos para que los productores transformen sus granjas en unidades comerciales con enfoque empresarial (Contreras-MacBeath *et al.* 2006).

Hasta 1994, toda la infraestructura productiva comercial del estado se localizaba en 11 de los 33 municipios. Para 2015, las 508 unidades de producción acuícola se distribuían en 26 de los 33 municipios (CESAEM 2017, PNUD 2017). Cabe mencionar que, debido al riesgo del escape de especies exóticas con potencial invasor a cuerpos de agua en la entidad, el Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Morelos (CESAEM) trabaja en coordinación con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en el proyecto GEF-Invasoras, financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés).

Dicho proyecto se realiza a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), tiene como objetivo aumentar las capacidades de México para manejar las especies invasoras a través de la implementación de la Estrategia nacional sobre especies invasoras. En el marco de estos trabajos, con la intervención de investigadores de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), se ha desarrollado una propuesta para minimizar el riesgo de dispersión de especies exóticas invasoras en el sector acuícola del estado (PNUD 2017).

Aprovechamiento cinegético

Normalmente, en el país se asignan cuatro tipos de valores a la fauna: el valor de uso (utilización de ésta para subsistir), el valor de cambio (beneficio comercial de los seres vivos), el valor de opción (potencial genético) y el valor de existencia (parte del patrimonio natural y cultural; Contreras *et al.* 2001). Por ello, la fauna silvestre ha tenido un papel importante en la cultura y economía del país (Contreras *et al.* 2001).

Una de las formas de aprovechamiento es a través de la cacería en sus distintas modalidades, ya sea deportiva (aprovechamiento cinegético) o para autoconsumo. Morelos presenta una gran biodiversidad faunística y su

posición geopolítica atrae a un gran número de cazadores locales, nacionales y extranjeros. Las aves como las huilotas (*Zenaida macroura*) y las palomas alas blancas (*Z. asiatica*) son las que tienen un mayor aprovechamiento por parte de los cazadores. Los mamíferos más importantes son: conejos (*Sylvilagus floridanus*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), coati o tejón (*Nasua narica*), coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), y principalmente el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) que es una fuente importante de alimento para los pobladores del estado (Contreras-MacBeath *et al.* 2006; cuadro 3).

Por ello, la caza representa una oportunidad para la creación de empleos para las comunidades locales (Ebergeny y León 2015), a través de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), las cuales fueron creadas para regular el aprovechamiento de la flora y fauna. Así, los sectores campesinos y personas interesadas pueden comercializar legalmente sus recursos naturales, conservar predios con gran diversidad biológica, permitir el desarrollo de nuevas investigaciones científicas en el sitio o exhibir a la fauna con fines recreativos y de educación ambiental (véase *Las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre* en esta obra; Pérez 2016).

El uso de la fauna en actividades cinegéticas no implica necesariamente la destrucción o el abatimiento de las poblaciones, ni el riesgo de extinción. La cacería deportiva como alternativa para diversificar el uso de la vida silvestre en comunidades rurales del estado, pretende ser una herramienta para su conservación. Busca fomentar el comercio y consumo local, regional e interregional de productos (bienes y servicios) de la biodiversidad (Contreras-MacBeath *et al.* 2006, SEMARNAT 2009)

Morelos cuenta con 176 UMA, de las cuales 45 son unidades extensivas y 131 son intensivas (CONAFOR 2014, Pérez 2016). Se distribuyen en 17 de los 33 municipios del estado y la mayoría se encuentra en Tlaquiltenango. En éstas se conservan y aprovechan especies propias de la región como: venado cola blanca (*O. virginianus*), palomas (*Zenaida asiatica*), codornices (*Philortyx fasciatus*) y pequeños mamíferos. Las UMA intensivas realizan la reproducción y manejo de especies de flora y fauna nacional y exótica, como: avestruz (*Struthio camelus*), guacamayas (*Ara spp.*), venado gamo (*Dama dama*), ciervo rojo (*Cervus elaphus*), reptiles y aves canoras y de ornato (Contreras-MacBeath *et al.* 2006).

Cuadro 3. Especies con aprovechamiento cinegético en el estado.

Especie	Finalidad de la actividad	Técnica de cacería***
Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>)	Alimento y diversión	Arriada, espiada, campeada o lampareada
Tejón (<i>Nasua narica</i>)	Dañino	Lampareada o campeada
Armadillo (<i>Dasyus novemcinctus</i>)	Alimento	
Conejo (<i>Sylvilagus floridanus</i>)	Alimento y diversión	Lampareada o campeada
Zorrillo (<i>Conepatus leuconotus</i>)	Medicinal	Lampareada o campeada
Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>)	Dañino	Lampareada o campeada
Coyote (<i>Canis latrans</i>)	Medicinal y dañino	Lampareada o campeada
Jabalí o pecarí (<i>Dicotyles tajacu</i>)*	Alimento	Lampareada o campeada
Tortolita (<i>Columbina inca</i> y <i>C. passerina</i>)	Alimento y diversión	Lampareada o campeada
Huilota (<i>Zenaida macroura</i>)	Alimento y diversión	Lampareada o campeada
Paloma de alas blancas (<i>Z. asiatica</i>)	Alimento y diversión	Lampareada o campeada
Chachalaca (<i>Ortalis poliocephala</i>)	Alimento y diversión	Lampareada o campeada
Codorniz copetona (<i>Philortyx fasciatus</i>)	Alimento y diversión	Lampareada o campeada
Víbora de cascabel (<i>Crotalus durissus</i>)*	Dañino, medicinal y venta	Campeada
Iguana negra (<i>Ctenosaura pectinata</i>)	Medicinal	Campeada
Mojarra (<i>Amphilophus istlanus</i>)**	Alimento y venta	Pesca con red y atarraya

*Especies que no se incluyen en el apéndice correspondiente del grupo. **Especie exótica. ***Técnicas: 1) arriada: un grupo de personas se distribuyen a lo largo del terreno en sitios (puestos) conocidos que frecuenta el venado, cuando el venado pase el primer vigía se encarga de arrear al siguiente puesto y así de forma sucesiva, hasta lograr cazarlo; 2) campeada: caminata por el monte, hasta encontrar un sitio para esconderse y esperar a la presa; y 3) espiada y lampareada: técnicas nocturnas individuales, después de tener un buen reconocimiento del terreno, se escoge un sitio con buena visibilidad (espiadero) y esperar a la presa. Fuente: elaboración propia con datos de Ebergenyi y León 2015.

Recursos maderables y no maderables

Este servicio se define como la capacidad de los ecosistemas forestales para proveer materiales vegetales útiles a las actividades humanas. Se divide en: 1) maderables, de las cuales se obtiene la materia prima para la obtención de papel, chapa, triplay, madera y leña; y 2) no maderables, que agrupan productos comestibles, medicinales y otros como resinas, tierra de monte y plantas de ornato (SEMARNAT 2013, CONABIO y SEDEMA 2016). En Morelos, la selva baja caducifolia es la principal fuente de materia prima para comercializar los productos maderables y no maderables (figura 3).

Las especies maderables que tienen un mayor aprovechamiento provienen de la selva baja caducifolia y de los bosques de encino, pino, mixtos de pino-encino y pino-oyamel (bosques templados; cuadro 4). El principal uso de tipo local tradicional del material obtenido es en forma de combustible, seguido de postes para cercos y construcción, ornamentales, forraje y curtiente (Contreras-MacBeath et al. 2006).

Por otro lado, 95% del aprovechamiento no forestal se encuentra en el municipio de Huitzilac, y en menor

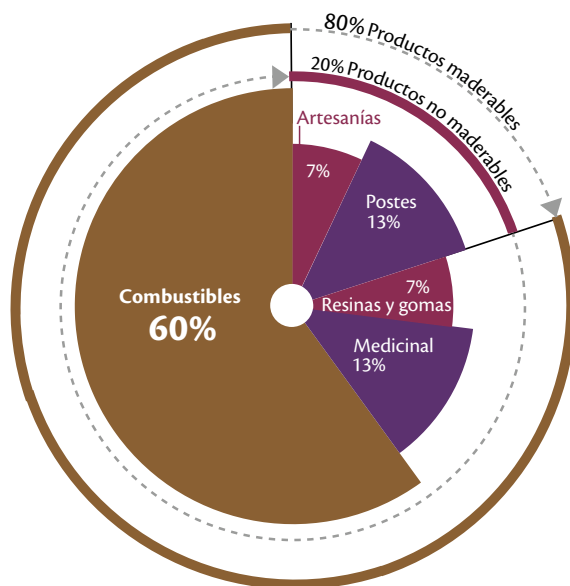


Figura 3. Productos maderables y no maderables comercializados de la selva baja caducifolia. Fuente: elaboración propia con datos de Contreras-MacBeath et al. 2006 e ilustraciones de Jordie Alexis Guevara Aguilar.

proporción en Tetela del Volcán. Particularmente, en Huitzilac se realiza el aprovechamiento de tierra de monte (Contreras-MacBeath *et al.* 2006). Históricamente, la explotación de productos forestales no maderables (PFNM) ha tenido mayor relevancia económica que la de madera en algunas regiones del país (Balvanera *et al.* 2009).

Uno de los principales productos aprovechados es la tierra de monte que se extrae durante todo el año. Además, en la Sierra de Huautla, la selva baja caducifolia provee el mayor número de las plantas medicinales a nivel nacional. En su mayoría, éstas se utilizan con fines medicinales (cuadro 5) por los habitantes de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Huautla (REBIOSH; Salinas 2009).

Agua dulce

El servicio de provisión de agua dulce es fundamental para la vida humana. La cantidad y calidad de agua disponible depende de patrones climáticos y de características de la vegetación, el suelo y el subsuelo. Por ello, se relaciona con otros servicios como el de regulación de la calidad del agua y regulación del ciclo hidrológico que es un servicio de soporte (Balvanera *et al.* 2009, Pisanty *et al.* 2016).

Morelos cuenta con abundantes recursos hídricos, la precipitación media anual es de 900 mm/año, la cual es mayor a la media nacional que es de 777 mm/año. La precipitación más abundante ocurre en el norte del estado y disminuye hacia el sur (Contreras-MacBeath *et al.* 2006).

Cuadro 4. Especies maderables en Morelos.

Ecosistema	Especie	Aprovechamiento
Selva baja caducifolia	Palo dulce (<i>Eysenhardtia polystachya</i>)	Combustible, postes para cerca y construcción
	Brasil (<i>Hematoxylum brasiletto</i>)	
	Tepehuaje (<i>Lysiloma acapulcensis</i>)	
	Tepemezquite (<i>L. divaricata</i>)	
	Cirian (<i>Crescentia alata</i>)	Combustible, postes para cerca y construcción y artesanal
Bosques templados	Ocote (<i>Pinus montezumae</i> , <i>P. pseudostrobus</i> y <i>P. ayacahuite</i>)	Combustible, postes para cerca y construcción
	Aile (<i>Alnus firmifolia</i>)	
	Abeto (<i>Abies religiosa</i>)	
	Madroño (<i>Arbutus xalapensis</i>)	
	Encinos (<i>Quercus</i> spp.)	Combustible, postes para cerca y construcción y elaboración de implementos agrícolas

Fuente: elaboración propia con datos de Contreras-MacBeath *et al.* 2006.

Cuadro 5. Plantas con uso medicinal presentes en la REBIOSH.

Especie	Uso medicinal
Copal (<i>Bursera copallifera</i>)	Bronquitis, tos y lesiones internas
Palo mulato (<i>B. grandifolia</i>)	Asma, bronquitis, sinusitis, garganta irritada, infección pulmonar, gripe y tosferina
Orégano (<i>Lippia graveolens</i>)	Diarrea, vómito, indigestión, disentería, parásitos, cálculos biliares y para calmar los nervios
Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>)	Diarrea, vómito, indigestión, disentería, parásitos, cálculos biliares y para calmar los nervios
Itamo real (<i>Passiflora mexicana</i>)	Enfermedades de la piel
Mezquite (<i>Prosopis laevigata</i>)	Tos, estomago, boca e infección de los ojos
Granjel (<i>Randia echinocarpa</i>)	Infecciones renales, puntos faciales y tos
Ortiga (<i>Urtica dioica</i>)	Reumatismo y dolor muscular

Fuente: elaboración propia con datos de Salinas *et al.* 2009.

Además, el estado se ubica en su totalidad en la Región Hidrológica número 18 Balsas (RH 18), que se subdivide en tres subregiones: Alto, Medio y Bajo Balsas. La RH 18 también se divide en dos cuencas, la primera es la del río Amacuzac con una superficie de 4 121 km², y la segunda la del río Nexapa con 880 km² (CEAGUA 2014).

El agua disponible de estas cuencas se divide con fines prácticos en: subterránea y superficial. La disponibilidad se mide por volumen de agua potencialmente aprovechable en un territorio (Balvanera *et al.* 2009). Del agua superficial disponible, hasta 2013 en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) se tienen reconocidos 396 títulos de concesión. De acuerdo con CONAGUA (2010), se tiene concesionado un volumen anual aproximado de 376 millones de metros cúbicos, con 1 721 pozos registrados. Lo que equivale aproximadamente a 150 500 albercas olímpicas. En este sentido, el uso principal del agua superficial es agrícola, seguido del uso público urbano, y el principal uso del agua subterránea es el uso público urbano (CEAGUA 2014; figuras 4 y 5).

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) definió en Morelos cuatro zonas acuíferas: Cuernavaca, Cautla-Yautepec, Zacatepec y Tepalcingo-Axochiapan, que suman una superficie total de 4 720 km². Las tres primeras zonas aún cuentan con la disponibilidad media anual de agua subterránea, mientras que la de Tepalcingo-Axochiapan, tiene un déficit de 2.14 millones de m³ (Gobierno del Estado de Morelos 2013).

Los municipios del estado que se ubican en los territorios del norte tienen fuertes precipitaciones y suelos que permiten la infiltración. Lo anterior beneficia la recarga de acuíferos a la zona baja.

Consideraciones finales de los servicios de provisión

Los servicios de provisión han sido parte fundamental para la economía de la población del estado. Los datos recopilados muestran el declive en la superficie de terrenos destinados para siembra. También, en el caso del ganado, el manejo extensivo, transforma al cambio de uso del suelo forestal a pecuarias. Por otro lado, la apicultura ha incrementado su mercado al extranjero, abriendo áreas de oportunidad económica. Cabe mencionar que a pesar de la relevancia de este tipo de SE, la información al respecto es aún escasa.

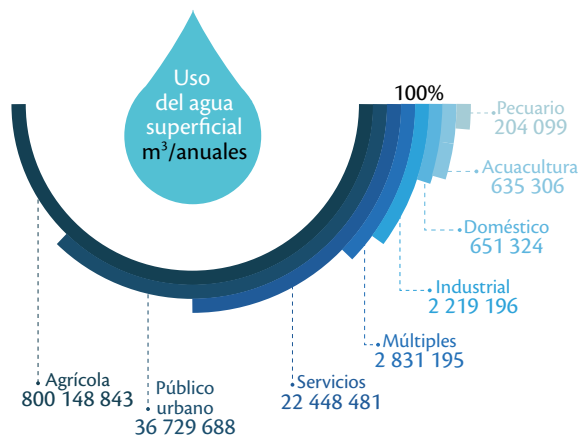


Figura 4. Volumen de agua superficial concesionada y sus usos. Fuente: elaboración propia datos de CEAGUA 2014 e ilustraciones de Jordie Alexis Guevara Aguilar.

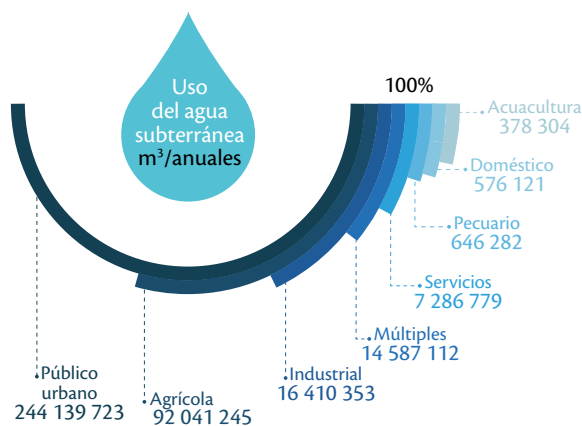


Figura 5. Volumen de agua subterránea concesionada y sus usos. Fuente: elaboración propia con datos de CEAGUA 2014 e ilustraciones de Paula Nayeli Meraz Flores.

Servicios de regulación

Los servicios de regulación son los procesos que mantienen la salud de los ecosistemas y que generan beneficios a la sociedad (MA 2003). Se trata de las contribuciones de la naturaleza que permiten generar distintos SE, al mantener los procesos naturales que en última instancia benefician a los seres humanos, como: controles biológicos de plagas, enfermedades y polinización (MA 2005).

Los procesos que contribuyen a la generación de los SE dependen de la interacción entre los factores bióticos y abióticos del ecosistema. Dichos procesos son

esenciales para la existencia y establecimiento de las sociedades (De Groot *et al.* 2002).

La biodiversidad regula la provisión de prácticamente todos los SE, como el reciclaje de nutrientes, la formación y la retención del suelo (asociados a servicios como el control de la erosión) y la regulación del ciclo hidrológico (asociada a servicios como la provisión y regulación de la calidad del agua). Los ecosistemas más diversos presentan menos efectos ocasionados por disturbios climáticos extremos y tienen la capacidad de recuperarse más rápido después de éstos (Díaz *et al.* 2005).

Morelos tiene un relieve accidentado, debido a que coinciden dos regiones topográficas y a su vez cuenta con amplio gradiente altitudinal (García 2004). Es por ello, que existe una gran variedad de tipos de vegetación, como bosques de coníferas, bosques de encino (*Quercus*), bosque mesófilo de montaña, selva baja caducifolia, matorral xerófilo, pastizal, bosque de galería y vegetación acuática (véase *Diversidad de ecosistemas* en esta obra; Rzedowski 1978). Esto contribuye con 14.20% del total de las especies de flora (SDS 2014a).

Regulación del clima

Las propiedades físicas de los ecosistemas como suelo, agua, aire, latitud, altitud interactúan entre sí e influyen en los cambios de la temperatura, la precipitación, la calidad del aire, la regulación de la cantidad de partículas y de la humedad de la atmósfera. En conjunto, esto determina las condiciones climáticas del planeta (Balvanera *et al.* 2009, González-Martínez *et al.* 2016).

Este servicio controla el flujo de compuestos contaminantes como el dióxido de carbono, metano y óxido nítrico, lo que resulta en la buena calidad del aire y agua, que ayuda a mantener la salud de los ecosistemas y de las poblaciones humanas. A su vez, los ecosistemas generan espacios de sombra y refugio lo cual evita temperaturas extremas ocasionadas por los compuestos mencionados anteriormente (Ibárcena y Scheelje 2003, Smith *et al.* 2011). Los procesos involucrados en la regulación del clima relacionados con los ecosistemas son los siguientes:

- El CO₂ es usado para hacer fotosíntesis, proceso mediante el cual las plantas producen compuestos orgánicos usados para su crecimiento y desarrollo.

Este proceso contribuye a regular los niveles de CO₂ que es uno de los gases causantes del efecto invernadero (GEI).²

- La retención de carbono en la que participan algunos organismos marinos como los corales.
- La evapotranspiración de suelo y plantas que controlan la cantidad de vapor de agua que entra a la atmósfera. Lo que influye en la formación de nubes y la precipitación.
- El albedo, que es la proporción de radiación solar que se refleja al espacio cuando incide en la superficie del planeta, el cual depende del tipo de vegetación en la superficie.
- La remoción de la vegetación y la erosión del suelo que promueven la formación de aerosoles que generan el aumento en la radiación térmica hacia la atmósfera y el albedo superficial.
- Las fuentes o sumideros de GEI que afectan las tasas de cambio normales en la temperatura del planeta y conducen al calentamiento global.

Todos estos procesos operan a escalas distintas, los bioquímicos ocurren a nivel global, mientras que los procesos biofísicos actúan tanto a nivel local, como global, y en conjunto ayudan a regular el clima (figura 6; Smith 2011).

A pesar de ello, este SE se ha visto afectado en los últimos años por la acción de los GEI. Estos gases han provocado el aumento de la temperatura en la superficie global, produciendo el decrecimiento de los glaciares, el aumento en el nivel del mar, los cambios en los patrones de precipitación, la decoloración de los corales, entre otros problemas. A esto, se le conoce como cambio climático, que actualmente es una de las mayores amenazas que la biodiversidad mundial enfrenta (Thomas y Lennon 1999, Benavides y León 2007).

El panel intergubernamental sobre el cambio climático ha pronosticado un incremento en la temperatura global de entre 1.1 y 6.4°C durante el transcurso de este siglo (IPCC 2007). Se espera que conforme aumente la temperatura, la distribución de las especies que habitan en ambientes templados, cambie hacia mayores latitudes o altitudes.

² GEI: componentes gaseosos de origen natural o antropogénico que emiten radiación a la atmósfera provocando el incremento de la temperatura del planeta (Benavides y León 2007).

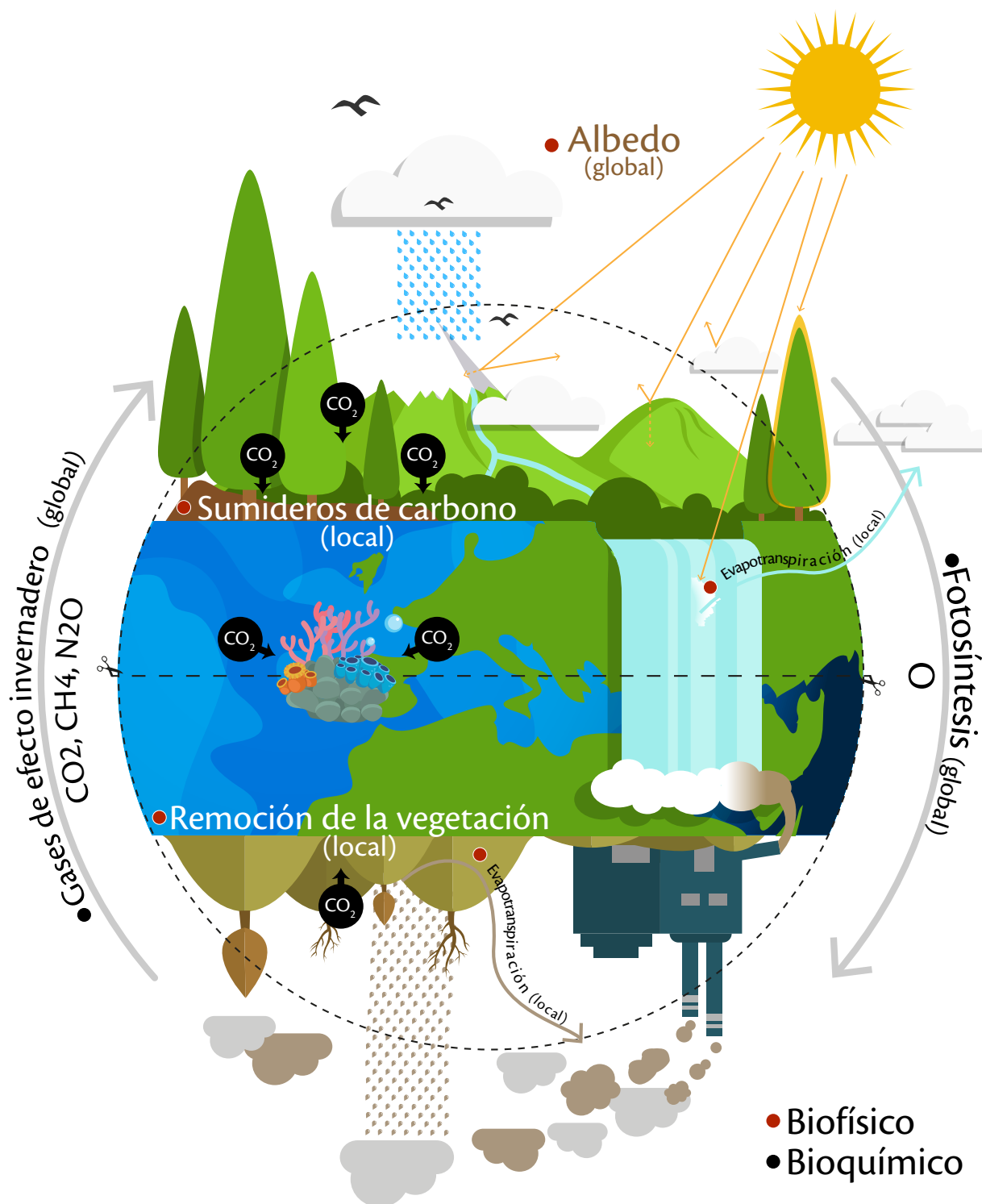


Figura 6. Procesos bioquímicos y biofísicos a través de los cuales los ecosistemas regulan el clima. Fuente: elaboración propia con ilustraciones de Jordie Alexis Guevara Aguilar y Paula Nayeli Meraz Flores.

Para Morelos se proyecta que la temperatura media anual en 2080 alcance entre 1.9 y 3.3°C por arriba de los registros hasta ahora realizados. Los principales municipios con afectaciones serían Amacuzac, Axochiapan, Ayala y Puente de Ixtla, lo cual implica daño a cultivos de sorgo, maíz, jitomate y cacahuate (Ortiz-Hernández *et al.* 2013).

Asimismo, se ha identificado que los residuos sólidos urbanos (RSU) son uno de los principales generadores de GEI ya que contribuyeron con 19% de las emisiones totales de 2009, es decir 1 774 Gg de CO₂ equivalente. Los municipios que generan residuos sólidos en el estado son:

1. Cuernavaca (557.87 t/día) ubicado en las regiones ecológicas de Valle de Cauhnáhuac, El Texcal, Sierra del Chichinautzin y Glacis de Buenavista.
2. Jiutepec (289.07 t/día) ubicado en las regiones de Valle de Cauhnáhuac, Valle Agrícola Central, Sierras Centrales y El Texcal.
3. Cuautla (187.47 t/día) ubicado en las regiones de Sierras Centrales, Valle Agrícola Anaya-Yautepec y Valles y Centros Orientales.

Cabe señalar que el estado no cuenta con un programa sistematizado para la separación de residuos y no existe infraestructura con la cercanía necesaria a los puntos de principal generación de éstos, por ello se desplazan de un municipio a otro y los rellenos sanitarios no son suficientes ni eficientes (sds 2017). Estas tendencias presentan un aumento para los próximos años (cuadro 6; Ortiz-Hernández *et al.* 2013).

En los municipios de Cuernavaca, Tlayacapan, Xochitepec, Yautepec, Zacualpan de Amilpas, Jiutepec y Ocuituco (sds 2018) se desarrolló una estrategia para la gestión integral de residuos. Los objetivos que se proponen son: implementar un sistema de gestión de RSU, construir la infraestructura necesaria, definir derechos y obligaciones de los actores del proceso, entre otros. De esta manera se pretende, disminuir la cantidad de GEI emitidos en el estado y contribuir a la mejora de la calidad del aire (sds 2018).

Es necesario, conocer con más detalle el tipo y la cantidad de GEI que se generan en la entidad y establecer medidas para mitigar de manera paulatina una cantidad importante de emisiones (Ortiz-Hernández *et al.* 2013). Algunas de las acciones que ha tomado el estado para controlar el problema son los planes de acción cli-

mática de acción municipal impulsados por la sds y con asistencia del Instituto Nacional de Ecología de Cambio Climático (INECC).

Regulación de la calidad del aire

Es la capacidad de los ecosistemas para reducir el efecto de las emisiones de contaminantes generadas por la actividad humana, por medio de su eliminación, dispersión o concentración. Las plantas desempeñan un papel importante en la regulación del clima al absorber CO₂ de la atmósfera y producir oxígeno (O₂). Ésta es la razón por la que los bosques son los principales sumideros de carbono (Ortiz-Hernández *et al.* 2013).

La vegetación también elimina partículas sólidas mediante deposición, que es lo que ocurre cuando los contaminantes se asientan en las hojas, las ramas y los tallos. Este servicio depende de factores como la superficie y la localización de la vegetación, las especies de plantas presentes, el tipo de contaminantes y las condiciones meteorológicas locales. A su vez, se relaciona con otros servicios como la productividad primaria, los ciclos biogeoquímicos, la regulación del clima y de la erosión (González-Martínez *et al.* 2016).

Las fuentes de emisión de gases contaminantes han variado a lo largo del tiempo, así como los valores en equivalencia de CO₂ de otros gases emitidos como el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Sin embargo, de 2005 a 2009 la mayor cantidad de gases fueron emitidos por el transporte terrestre, la producción de caliza y de cemento, así como el manejo de aguas residuales y la disposición de residuos sólidos (cuadro 6; Ortiz-Hernández *et al.* 2013).

Regulación de la calidad de agua

La calidad del agua depende de procesos ecosistémicos como el filtrado, la degradación y la dilución de contaminantes orgánicos e inorgánicos, y la presencia de organismos. A su vez este servicio se relaciona con otros como el ciclo hidrológico, la productividad primaria, la regulación de la erosión y de los flujos de agua, así como con los se provisión de agua, belleza escénica y regulación de enfermedades y plagas.

En la entidad el agua proviene principalmente de los ecosistemas ubicados al norte, de las regiones ecológicas Popocatepetl, Lomas del Norte, Valle y Cerros Orientales y la Sierra del Chichinautzin (Ayuntamiento

Cuadro 6. Emisiones totales y fuentes de emisión, con su equivalente en CO₂ durante 2005, 2007 y 2009.

Categoría	Fuente de emisión	Gas	Cantidad de CO ₂ -eq emitida/captada (Gg)		
			2005	2007	2009
Energía	Industrial	CO ₂	54.90	74.30	55.08
		CH ₄	0.04	0.05	0.04
		N ₂ O	0.16	0.22	0.16
	Comercial	CO ₂	85.39	103.89	94.63
		CH ₄	0.29	0.35	0.32
		N ₂ O	0.25	0.31	0.28
	Residencial	CO ₂	387.75	375.44	338.51
		CH ₄	1.30	1.26	1.13
		N ₂ O	1.15	1.11	1.00
	Agrícola	CO ₂	11.93	3.40	3.53
		CH ₄	0.02	0.01	0.01
		N ₂ O	0.04	0.01	0.01
	Transporte terrestre	CO ₂	2 228.72	2 369.14	2 484.74
		CH ₄	106.71	113.24	122.34
		N ₂ O	5.80	6.18	6.51
	Transporte aéreo	CO ₂	3.36	12.25	2.90
		CH ₄	0.00	0.00	0.00
		N ₂ O	0.03	0.11	0.03
	Transporte acuático	CO ₂	1.24	1.23	1.23
	Consumo de energía eléctrica	CO ₂	521.75	1 054.77	1 181.58
	Total energía		3 410.83	4 117.27	4 294.03
Procesos industriales	Producción de cemento	CO ₂	1 132.12	1 259.03	1 242.45
	Producción de caliza	CO ₂	1 535.56	1 561.19	813.15
	CO ₂ por consulta en el RETC*	CO ₂	69.49	266.74	290.82
	Total procesos industriales		2 737.17	3 086.96	2 346.42
Agricultura	Suelos agrícolas	N ₂ O	410.01	418.26	446.81
	Manejo de estiércol	CH ₄	0.01	0.01	0.01
		N ₂ O	6.20	6.20	6.20
	Quema de cultivo de caña de azúcar	CH ₄	6.13	6.50	5.94
		N ₂ O	2.99	3.17	2.89
	Por cultivo de arroz	CH ₄	6.18	4.33	5.96
	Por fermentación entérica	CH ₄	0.15	0.14	0.15
Total agricultura		431.67	438.61	467.96	
uscusys**	Cambio en la biomasa de bosque y otros tipos de vegetación leñosa	CO ₂	223.84	199.86	196.15
	Conversión de bosques y praderas	CO ₂	64.27	42.29	43.43
		CH ₄	0.01	0.21	0.01
	Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo	CO ₂	32.08	32.08	32.08
	Captura por abandono de tierras	CO ₂	-3.41	-4.68	-4.68
Total uscusys		316.79	269.76	266.99	
Residuos	Disposición de residuos sólidos	CH ₄	742.35	742.35	769.95
	Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	1 315.89	1 714.87	958.52
		N ₂ O	38.36	44.10	45.89
	Total residuos		2096.60	2501.32	1774.36
Balance neto de emisiones			8 993.06	10 413.92	9 149.76

*Registro de emisiones y transferencia de contaminantes. **uscusys: Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura. Fuente: elaboración propia con datos de Ortiz-Hernández *et al.* 2013.

de Cuernavaca 2018), las cuales coinciden con la parte principal de las cuencas de acuerdo con las zonas acuíferas de CONAGUA y la división oficial de acuíferos del INEGI, principalmente la región del Popocatepetl (CONAGUA 2018).

En general, el agua subterránea es vulnerable a la contaminación que puede generarse por sustancias químicas y bacterias, virus y protozoarios provenientes del vertimiento del agua residual sin tratamiento. Esto puede provocar algunas enfermedades gastrointestinales en la población (Robles *et al.* 2013).

Uno de los factores que altera la calidad de agua en la entidad es el derrame de cantidades excesivas de contaminantes y la pérdida de la cobertura vegetal (Balvanera *et al.* 2009). Por ejemplo, en la zona acuífera Cuernavaca desde la década de los cincuenta se presentó una reducción en la superficie de campos agrícolas en contraste con el aumento de urbanización con fines turísticos e industriales. Por ello, el área ha sido contaminada con lixiviados cuyas fuentes de contaminación son tiraderos clandestinos y a cielo abierto y la generación de aguas residuales. Se considera a los municipios Jiutepec y Emiliano Zapata como los más afectados (Batllori 2001, sds 2008). Aunado a ello, el sector industrial genera la contaminación de la mayoría de los ríos en el estado.

Por otro lado, el acuífero Tepalcingo-Axochiapan cumple con las características fisicoquímicas adecuadas a excepción de un pozo (P6). Por el contrario, en algunas pruebas bacteriológicas se muestra presencia de bacterias coliformes totales y fecales en todos los pozos, con los mayores valores en P4 y P9. El agua de dichos pozos no se recomienda para uso recreativo ni potable, debido a que podría ocasionar daños en la salud de los usuarios (Robles *et al.* 2013). De acuerdo con Delgadillo *et al.* (2010), el río Apatlaco que va desde el municipio Huitzilac hasta Jojutla es una de las microcuencas más contaminadas del país.

Regulación de los flujos de agua

Se refiere al mantenimiento de los patrones de infiltración de agua a las cuencas, la escorrentía y descarga de ríos. Depende del tipo de laderas, las condiciones de la vegetación, el tipo de suelo y el porcentaje de precipitación pluvial. Parte del agua de lluvia, se desplaza al subsuelo para infiltrarse en los acuíferos o para formar parte de los manantiales e incorporarse a los ríos.

Entre más sea el volumen de agua que forma parte del escurrimiento, es menor la probabilidad de sufrir inundaciones. Este servicio es muy importante porque se relaciona con los demás servicios de regulación, provisión y culturales (véase *Recursos hídricos* en esta obra; González-Martínez *et al.* 2016).

Regulación de la erosión

El suelo genera una gran variedad de *se* fundamentales para el bienestar de las poblaciones humanas (Daily *et al.* 1997). Los servicios que proporciona son: la moderación del ciclo hidrológico, el soporte físico para las plantas, la retención y oferta de nutrientes para la vegetación, el procesamiento de desechos y materia orgánica muerta, y el mantenimiento de la fertilidad del suelo, que en conjunto evitan la erosión en el suelo. Por ejemplo, entre mayor sea la cobertura vegetal menor es la proporción de suelos desnudos y es menor el riesgo de erosión (Balvanera *et al.* 2009).

La erosión es la pérdida gradual del suelo, y es un proceso natural que ocurre por la acción del agua y viento. Sin embargo, este proceso se acelera debido al cambio de uso del suelo por la deforestación y las actividades como la agricultura y la urbanización (Batllori 2001). La vegetación es importante para este servicio, debido a que se asocia a la formación y retención del suelo. Dicho servicio tiene una relación directa con el *se* de provisión de alimentos (González-Martínez *et al.* 2016).

Polinización

La polinización es el proceso de reproducción sexual en plantas, en el cual hay transferencia de polen. En éste intervienen factores como el viento y la presencia de animales conocidos como polinizadores. Esta última se considera la manera más efectiva para llevar a cabo el proceso de polinización.

Dicho proceso se considera como el resultado de la interacción mutualista (organismos con una relación, en donde se ayudan plantas y animales, y ambos se ven beneficiados). Los animales, obtienen de las plantas alimento o sitios para la crianza, mientras que las plantas encuentran un medio de dispersión e intercambio de polen, para poder reproducirse (González-Martínez *et al.* 2016).

Algunos estudios sobre este SE en Morelos se enfocan en la producción de aceite que se obtiene a partir de flora como el piñón de tempate (*Jatropha curcas*) y girasol (*Helianthus annuus*; SAGARPA 2016). Se sabe que para su producción es necesaria la presencia de polinizadores, principalmente himenópteros (insectos como abejas, avispas y hormigas, entre otros; FAO 2014). A pesar de que en el estado parte de la economía depende de la agricultura y que el mercado de miel es amplio, no se han realizado muchos estudios sobre los procesos de polinización que se involucran en cada cultivo.

Control biológico de plagas y enfermedades

Este servicio se refiere al conjunto de procesos ecológicos que regulan el número de portadores de enfermedades, patógenos y depredadores que pueden perturbar las poblaciones de plantas y animales. En este sentido, las modificaciones en los ecosistemas como la introducción de especies invasoras, los cambios de uso del suelo, la alteración en la regulación climática y en la calidad del agua, entre otras; pueden afectar directamente la abundancia de estos agentes. En el estado las poblaciones nativas de peces son amenazadas por especies invasoras como: el pez diablo o plecostomus (*Pterygoplichthys* spp.), la tilapia (*Oreochromis mossambicus*), el convicto (*Amatitlania nigrofasciata*), el terror verde (*Andinoacara rivulatus*), entre otras.³

Por la estrecha relación de la estabilidad de los ecosistemas con los SE de regulación de la calidad de agua, del aire, del clima y de los flujos de agua, todos éstos tienen un efecto importante sobre el servicio de control biológico. Estudios teóricos muestran que entre más biodiversidad exista en una región, se reduce la transmisión directa e indirecta de enfermedades infecciosas y plagas, que afectan tanto a humanos como a la fauna silvestre (Lo Giudice *et al.* 2003, Ostfeld y Holt 2004, Keesing *et al.* 2006, Suzán *et al.* 2009).

Al reducir la biodiversidad, se disminuye la provisión del SE de control biológico. Por ejemplo, en un monocultivo donde sólo una especie conforma el sistema, aumenta el riesgo y la vulnerabilidad de ser afectado por plagas. En la entidad, se tienen identificadas las plagas que afectan al monocultivo de nopal.

Entre ellas destacan el picudo de nopal (*Cactophagus spinolae*), la cochinilla (*Dactylopius* spp.), la chinche roja (*Hesperolabops nigreiceps*), el caracol (*Helix aspersa*), el gusano telañero (*Platynota* spp.), entre otros (figura 7; SAGARPA 2015).

La generación de aguas residuales, las cuales se concentran en ríos o barrancas, y el manejo inadecuado de los residuos sólidos son dos factores que propician el desarrollo de patógenos en el estado. Ambos problemas son ocasionados por que las plantas de tratamiento son insuficientes.

Consideraciones finales de servicios de regulación

El mantenimiento de los servicios de regulación es importante para garantizar que las condiciones del ambiente sean óptimas y realizar actividades productivas entre otras cosas. A pesar de la importancia que éstos tienen, la falta de estudios al respecto provoca el desconocimiento a cerca del estado actual de las condiciones climáticas, la calidad del agua y el aire, así como la erosión. Por el contrario, se cuenta con investigaciones sobre los patógenos y las plagas que afectan tanto a la población como a los cultivos. Es probable que cuando estos servicios se ven afectados, sean más perceptibles por la población.

Servicios culturales

Los servicios culturales son aquellos beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas. Entre éstos destacan: el enriquecimiento espiritual, los beneficios psicosociales, el desarrollo cognitivo, la oportunidad para la reflexión y la contemplación de la naturaleza, así como la recreación y las experiencias estéticas, entre otros (MA 2005). Algunos, como los efectos positivos de los ecosistemas en la salud humana, se pueden cuantificar. Pero, la mayoría son difíciles de reconocer y medir, como la influencia de los ecosistemas en la generación de cultura y en el valor espiritual.

Las áreas verdes, tienden a disminuir los factores de estrés, al reducir la radiación solar, mejorar la calidad del aire, favorecer los sonidos placenteros y beneficiar la sa-

³ Véase *Plantas acuáticas; Factores de presión a la biodiversidad; Los peces invasores como amenazas a los recursos dulceacuícolas; Peces invasores; El perico monje, una especie invasora; Flora arbórea no nativa: un potencial riesgo para la biodiversidad* en esta obra.



Figura 7. Ejemplos de plagas que afectan los monocultivos en Morelos: a) cochinillas rojas o grana cochinilla (*Dactylopius* spp.) infestando un nopal; b) ejemplar gorgojo de cactus (*Cactophagus spinolae*) sobre un segmento de nopal; y c) caracol (*Helix aspersa*), el nopal es vulnerable a esta especie. Fotos: Adalberto Ríos Szalay/Banco de imágenes CONABIO (a), Uriel Jonatan Gil González/Banco de imágenes CONABIO (b), Carlos Galindo Leal/Banco de imágenes CONABIO (c).

lud física y mental de las personas. Dichos espacios promueven tranquilidad, lo que mejora el estado de ánimo (CONABIO y SEDEMA 2016, Urquiza-Haas *et al.* 2016).

En esta sección se recopiló la información sobre lo fundamental que son los componentes del ecosistema del estado para este tipo de SE. Desde la formación de la identidad cultural, en la gastronomía, las fiestas tradicionales hasta las expresiones religiosas y la importancia que adquiere la belleza escénica de los paisajes del estado.

Presencia y distribución de los pueblos indígenas

De acuerdo con INEGI (2015), la población morelense es de 1 903 811 habitantes, de los cuales 84% habita en ambientes urbanos, mientras que 16% lo hace en rurales.

Los pueblos indígenas, se distribuyen en 16 de los 33 municipios del estado. Subsisten alrededor de 35 comunidades nahuas concentradas en las localidades de Coajomulco, San Juan Tlacotenco, Santa Catarina, Amilcingo, San Andrés de la Cal, Tetelcingo, Cuentepec, Hueyapan, Atlacholaya, Temoac y Huazulco (figura 8; CDI 2017).

El entorno en el que un ser humano habita, se vuelve parte fundamental para la generación de identidad y el establecimiento de la cultura de un territorio. Por esta razón, es que en Morelos se hace referencia a componentes del ecosistema como se observa en los nombres o símbolos de algún lugar, ya sea calle, monumento, municipio o delegación (SDS 2013). Una forma tangible de observar lo antes mencionado es en el nombre de los municipios, en los cuales el símbolo del escudo coincide o describe el significado de éste (cuadro 7).

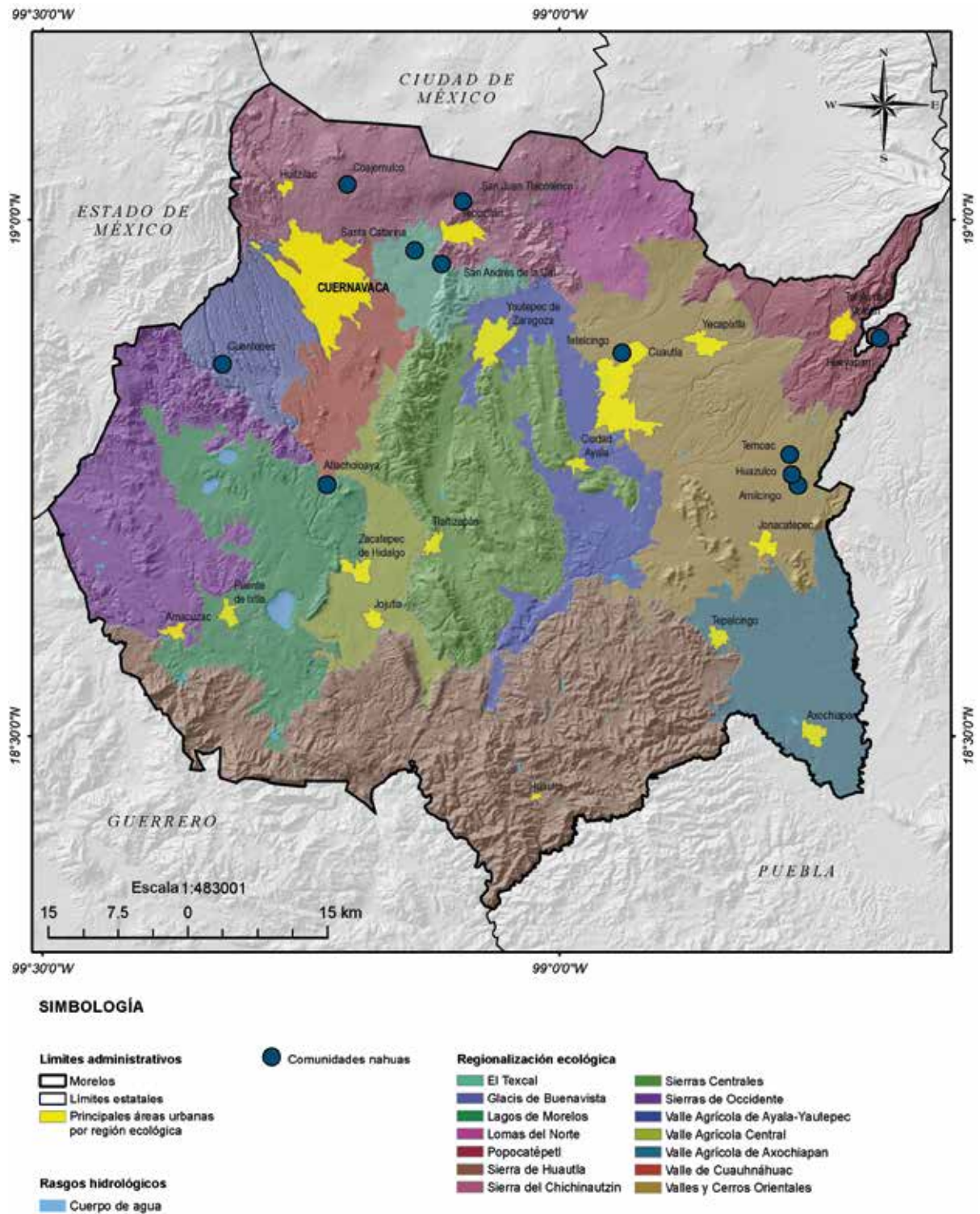




























Figura 8. Distribución de las comunidades nahuas de acuerdo con las regiones ecológicas de Morelos. Fuente: elaboración propia con datos de CDI 2017.

Cuadro 7. Nomenclatura, significados y escudos de los municipios de Morelos.

Municipio	Escudo	Significado	Vocablo	Raíz etimológica
Amacuzac		Lugar donde abundan los amates amarillos	Del Náhuatl Amaticoztitlan	<i>Ama-ti:</i> amate (e); <i>coztik:</i> color amarillo; <i>atl:</i> agua, <i>k</i> contracción de <i>ko:</i> adverbio de lugar; y <i>tla:</i> abundancia
Atlatlahucan		Donde hay agua rojiza o colorada	Debe escribirse Atlatalukan	<i>Atla:</i> agua; <i>tlatlau-ki:</i> color rojo, ocre o bermejo; y <i>kan:</i> lugar propio
Axochiapan		En laguna nenúfares o flores de agua	Correctamente es <i>axochi-tl</i>	<i>A-tl:</i> agua; <i>apan:</i> lago, arroyo, manantial, que también se deriva de <i>a-tl:</i> agua; y <i>pan:</i> sobre
Ayala		Lugar en donde hay muchos mapaches o lugar donde abundan los mapaches	Del Náhuatl (toponimia de Mapachtlan)	Mapache (tejón, pequeño con cejas blancas y orejas anchas); y <i>tlan:</i> partícula abundancia
Coatlán del río		Lugar donde abundan las culebras	Originalmente <i>Koatlán</i> , combinación de palabras prehispánicas y castellanas	<i>Koatl:</i> serpiente; y <i>tlán:</i> abundancia
Cuautla		Lugar de águilas	Por fonetismo: arboleda o bosque	
Cuernavaca		Junto a los árboles	Cuauhnáhuac	<i>Cuauitl:</i> árbol; y <i>nahuac:</i> junto
Emiliano Zapata				
Huitzilac		En agua de colibríes o chupamirtos	Del Náhuatl	<i>De uitzi-tzillin:</i> pájaro mosca o colibrí; <i>a-tl:</i> agua; y <i>k</i> contracción de <i>ko:</i> adverbio de lugar
Jantetelco		El montón de los adobes	Originalmente Xantetelco	<i>Xamitl:</i> adobe; <i>tetel-li:</i> promontorio, cerro artificial que oculta alguna pirámide de <i>teocalli;</i> y <i>Ko:</i> de lugar
Jiutepec		En el cerro de las piedras preciosas	Castellanización náhuatl <i>Xiuh-tepec</i>	<i>Xihuitl:</i> con varios significados según los elementos, gráficos y fonéticos, con los cuales este combinada; <i>tepetl:</i> cerro; y <i>C:</i> en
Jojutla		Lugar donde abunda el azul cielo	Del náhuatl <i>Xoxutla</i>	<i>Xoxu,</i> de <i>Xoxouqui:</i> de color azul cielo; y <i>Tla</i> derivada de <i>tiantli:</i> diente, radical utilizado para indicar abundancia
Jonacatepec		En el cerro de las cebollas	Del náhuatl	<i>Xonakat-l:</i> cebolla; <i>tepetl:</i> cerro; y <i>k</i> contracción de <i>ko:</i> adverbio de lugar
Mazatepec		En el cerro del venado	Del náhuatl	<i>Mazatl:</i> venado; <i>tepetl:</i> cerro; y <i>C-O:</i> lugar
Miacatlán		Lugar donde abundan las varas para flechas	Del náhuatl	<i>Mitl:</i> que quiere decir flecha; <i>acatl:</i> vara o caña; y <i>tlan:</i> lugar
Ocuituco		En donde hay gorgojos	Originalmente <i>Okuiltoco</i>	<i>Okuilt:</i> gorgojo que se come el trigo y el maíz; y con la terminación <i>ko:</i> adverbio de lugar
Puente de Ixtla		Lugar donde abunda la obsidiana		<i>Itztla, itz:</i> obsidiana; y <i>tla:</i> abundancia

Cuadro 7. Continuación.

Municipio	Escudo	Significado	Vocablo	Raíz etimológica
Temixco		En el gato de piedra o donde está la piedra del gato		<i>Te-tl</i> : piedra; <i>mizton</i> : gato; y de <i>co</i> : en, donde, lugar de
Tepalcingo		Abajo o de tras de los pedernales	Del náhuatl <i>Tekpatzinko</i>	<i>Tekpa-tl</i> : pedernal; <i>tzintli</i> : salva honor; y <i>tzinco</i> : parte trasera de un individuo
Tepoztlán		Lugar donde abunda el cobre		<i>Tepozt-tli</i> : fierro o cobre; y <i>tlan</i> : abundancia o lugar
Tetecala		Lugar donde existen casas de piedra		Piedra; <i>calli</i> : casa; y <i>tlán</i> : lugar
Tetela del Volcán		Lugar donde hay muchas piedras o pedregal	Del náhuatl: <i>Tetella</i> o <i>Tetetla</i>	<i>Te-tl</i> : piedra; y <i>tla-n</i> : lugar que denota abundancia
Tlalnepantla		En Medio de la Tierra	Del náhuatl	<i>Tlal-li</i> : tierra; y <i>nepantla</i> : en medio
Tlaltizapán		Sobre blanca tierra		<i>Tlal-tli</i> : tierra; <i>tiza-tl</i> : polvo blanco; y <i>pan</i> : sobre o encima
Tlaquiltenango		Lugar de Muros Encalados o Bruñidos	Del náhuatl	<i>Tlakil-li</i> : encalado o bruñido; <i>Tenam-itl</i> : muro, construcción; y <i>ko</i> : adverbio de lugar
Tlayacapan		Sobre la punta de la tierra; lugar de los límites o linderos; la nariz de la tierra	Del náhuatl	<i>Tlal-lil</i> : Tierra; <i>yaka-tl</i> : nariz, punta, término, lindero, frontera; y <i>pan</i> : locativo
Totolaan		Sobre agua, gallaretas		<i>Totoltli</i> : ave; <i>atl</i> : agua; y <i>pan</i> : sobre o encima
Xochitepec		En el cerro de las flores		<i>Xochi-tl</i> : flor; <i>tepe-tl</i> : cerro; y <i>k</i> contracción de <i>ko</i> : adverbio de lugar
Yautepec		En el cerro del pericón		<i>Yautli</i> : lucida planta de sabor anisado y flores amarillas en ramilletes; <i>tepe-tl</i> : cerro; y <i>k</i> contracción de <i>ko</i> : adverbio de lugar
Yecapixtla		La tierra de los hombres y mujeres de nariz afilada		
Zacatepec de Hidalgo		En el cerro del zacate o grama	Del náhuatl	<i>Zaka-tl</i> : pasto o grama; <i>tépetl</i> : cerro; y <i>k</i> contracción de <i>ko</i> : adverbio de lugar
Zacualpan de Amilpas		Sobre cosa tapada		<i>Tzacual-li</i> : cosa tapada; y <i>pan</i> : encima
Temoac		En agua baja		<i>Temog-a</i> : bajar; <i>atl</i> : agua; y <i>k</i> : contracción como en agua baja

Fuente: elaboración propia con datos de INAFED y SEGOB 2010, SDS y UAEM 2013.

Valor histórico y herencia cultural

La disponibilidad de los se culturales tiene implicaciones a largo plazo en la generación y mantenimiento de la identidad cultural (Urquiza-Haas *et al.* 2016). En el caso de Morelos, se asentaron tribus mexicas desde tiempos remotos. Los pueblos de Cuauhnáhuac, Huaxtepec Yautepec, Tlaquiltenango y Acapichtlan ocuparon el valle y los Xochimilcas ocuparon la parte norte del estado en los pueblos de Tuchimilco, Tetela del Volcán, Tlalmimilulpan, Hueyapan, Tlacotepec, Jumiltepec, Zacualpan, Temoac, Totolapan, Tlayacapan y Tepoztlán. Estos grupos tenían relaciones comerciales y pagaban tributo a los pueblos de la cuenca de México, con lo cual se mantenía un nexo económico y político entre ambas regiones (sds 2013).

Durante la Colonia, en el estado se desarrollaron haciendas cañeras que empleaban a la población indígena. Las más importantes estuvieron en los valles de Cuernavaca, Cuautla y Yautepec. Para fines del siglo xvii muchos grupos indígenas reestablecieron la agricultura de subsistencia, lo cual permitió la conservación de su identidad cultural. Con la Independencia, se dio lugar a la administración de las tierras de manera comunal, mientras que con la Reforma agraria desaparecieron las grandes haciendas y latifundios para dar paso al ejido (figura 9; sds 2013).

Las características ambientales predominantes en el estado han permitido el desarrollo de la agricultura como principal actividad económica desde épocas prehispánicas hasta la actualidad. La agricultura de subsistencia y huertos tradicionales que permiten el comercio de hortalizas y frutales, de plantas medicinales, ornamentales, artesanales, místico-religiosas y forrajeras, así como la ganadería son predominantemente de traspatio (véase *Traspacios campesinos* en esta obra; sds 2013).

En los huertos familiares tradicionales, las mujeres son las que eligen las plantas, limpian, riegan y cosechan las especies de temporada que se usan como alimento o medicina. Uno de los cultivos tradicionales es el maíz nativo (*Z. mays*) el cual ha formado parte de la historia de diversos grupos en todo el país. En el estado, el maíz se cultiva en todos los municipios y constituye una labor familiar.

Los servicios culturales también se reflejan en las viviendas tradicionales, propias de la entidad, debido a que se aprovechan de algunos materiales para la construc-

ción de éstas, como el adobe, techo de teja y palma. Cabe mencionar, que el sentido que toman estos componentes del ecosistema no sólo es de aprovechamiento, sino, los pobladores se apropian del recurso y lo convierten en parte fundamental de su modo de vida.

Estas viviendas todavía se construyen con trabajo colectivo conocido como tequio, el cual consiste en recurrir a amigos, familiares y vecinos para ayudar en la obra, a cambio se les invita a comer y se comprometen en ayudarse mutuamente cuando ellos construyan su casa (Good-Eshelman y Barrientos-López 2004, sds 2013). El tequio incluye obras de beneficio público para la comunidad, como el mantenimiento de las calles y caminos, el pago del alumbrado público, la reparación de la iglesia o escuela, etcétera (Good-Eshelman y Barrientos-López *et al.* 2004, sds 2013).

Algunas viviendas rurales cuentan con un cuexcomate (silo), también conocido como coscomate o *cuezcomatl*, el cual es un tipo de granero elaborado con adobe y palma, cuya forma hace referencia a la abundancia, la renovación y la fertilidad. La elaboración de éstos es una larga tradición en la región y que fue utilizado ampliamente en Mesoamérica.

En el municipio de Jantetelco aún se construyen cuexcomates de manera tradicional. El techo es cónico y compuesto por una capa de soporte estructural y otra cubierta de zacate o paja (figura 10; Morelos turístico 2017). Esta estructura tradicional ha sido convertida en miniaturas artesanales que son adquiridas por los turistas que visitan el estado (véase *La reinención de la producción artesanal y su relación con el ambiente* en esta obra).

En la entidad se fabrican varios tipos de artesanías, en la mayoría de los casos utilizan partes de animales y plantas para su elaboración (sds 2013). Los productos locales son vendidos a nivel estatal todo el año. Es el caso de los xochimamastles, que son arreglos de flores cultivadas en Xoxocotla, se les considera una artesanía ritual nahua, que se elabora con una flor de cempazúchitl (*Tagetes erecta*), carrizo, hojas de limón y de zapote (Tafolla-Soriano 2012, sds 2013).

Entre los pueblos del Alto Balsas se desarrollaron principalmente la pintura en papel amate y la escultura de barro cocido (sds 2013). Estas presentan motivos de flores y aves con colores llamativos, que reflejan la relación cercana con la naturaleza y los pueblos nahuas originarios.

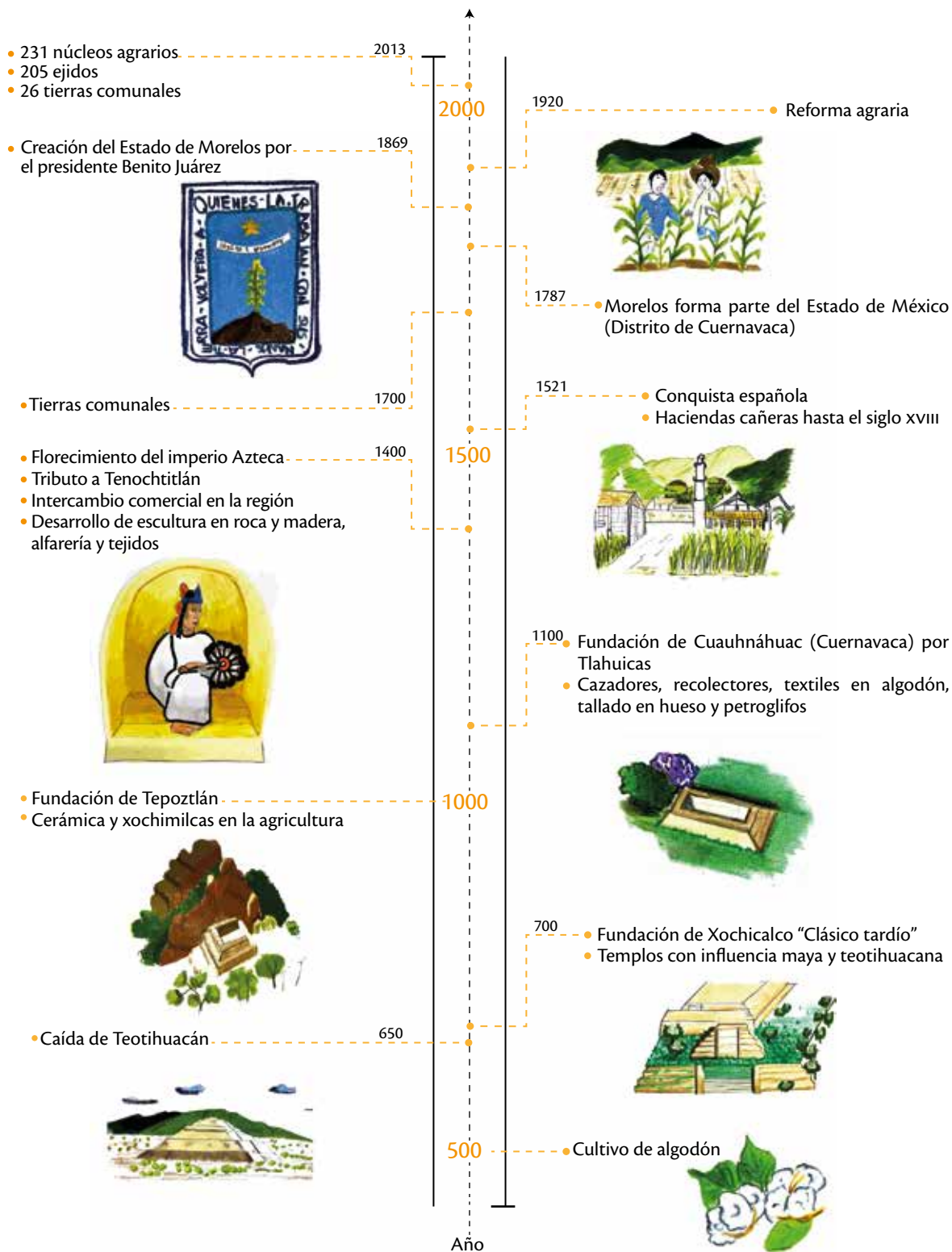


Figura 9. Línea del tiempo de la historia y cultura de Morelos. Fuente: elaboración propia con datos de sds 2013 e ilustraciones de Jordie Alexis Guevara Aguilar y Paula Nayeli Meraz Flores.



Figura 10. Vista de un cuexcomate tradicional con un artesano sosteniendo una miniatura del original. Foto: Adalberto Ríos Szalay/Banco de imágenes CONABIO.

El antecedente de la pintura en papel amate proviene de las piezas de barro tradicional, las cuales eran pintadas con esos motivos. El papel es elaborado con la corteza del árbol de amate mediante técnicas prehispánicas (Good-Eshelman y Barrientos-López 2004). Estas artesanías, realizadas por indígenas han recibido el Premio Nacional de Artes y Ciencias (INAFED y SEGOB 2010).

Algunos otros ejemplos de artesanías son: las maracas, los güiros, los canteros, los bordados, las vestimentas, entre otros. Se realizan mediante métodos tradicionales y forman parte de la herencia cultural de cada pueblo y municipio donde se desarrollan (cuadro 8; véase *La reinvención de la producción artesanal y su relación con el ambiente* en esta obra).

Muchas artesanías se fabrican a partir de los recursos naturales locales o de poblaciones vecinas. Un ejemplo, son las famosas maracas de Huajintlán del municipio de Amacuzac (figura 11), que se elaboran a partir de los frutos del árbol cuexcomate o cirián (*Crescentia alata*). Estas artesanías cuentan con reconocimiento a nivel nacional, por lo que son una fuente importante de ingreso para la comunidad (CONAFOR 2010).

En la entidad aún se continúa la retroalimentación entre los poblados y sus tradiciones, que enriquece las expresiones culturales a través de sus artesanías. La in-

Cuadro 8. Principales artesanías y materias primas utilizadas por municipio.

Municipio	Artesanía	Materiales
Amacuzac	Maracas Güiros hechos con jícara y bules	Frutos de <i>Crescentia alata</i> , jícara y bules
Axochiapan	Cereros y velas escamadas Figuras tradicionales utilitarias	Cera y cerámica
Cuatla	Jaulas, paneras, cestas, lámparas	Alambre y metal
Cuernavaca, Yautepec	Canteros Escultura popular Tallado en piedra y lapidaría	Barro, cerámica y rocas
Jantetelco	Cerámica para decoración y jardinería	Barro y feldepatto de la zona
Jiutepec	Bordado de trajes para Chinelos	Chaquira y lentejuela
Temixco	Cestas, mecapales y camas Macramé Bordados y vestimentas tradicionales Figuras utilitarias	Otate, hilo encerado y cerámica
Temoac	Dulces tradicionales	Amaranto, cacahuete y semillas de calabaza
Tepoztlán	Figuras de ornato y juguetes	Carrizo
Tetela del Volcán	Tejidos tradicionales y rebosos	Lana teñida con añil
Tlaltizapan	Cerámica enlozada	Barro
Tlaquiltenango	Cerámica esmaltada y decorada	Barro
Tlayacapan	Figuras ceremoniales, utilitarias, para jardinería y decorativa	Cerámica

Fuente: elaboración propia con datos de INAFED y SEGOB 2010, SDS y UAEM 2013.



Figura 11. Elaboración de maracas a partir del fruto del cirián. Foto: Topiltzin Contreras-MacBeath.

industria artesanal de Morelos cubre parte de las necesidades económicas de la entidad y vende el excedente a otras entidades del país (INAFED y SEGOB 2010).

Valor espiritual y religioso

Hoy en día los pueblos de origen nahua conservan gran parte de sus conocimientos tradicionales y visión de los ecosistemas que los rodean. Es por ello que, en el estado se mantienen algunas festividades rituales en conmemoración a algún elemento de la naturaleza, por medio del simbolismo, o bien de forma directa con la representación de una deidad. Las festividades se han transformado con el paso de los años como parte la misma cultura de las personas que habitan la entidad, debido a la culturización por elementos como el catolicismo (SDS 2013, Good-Eshelman y Barrientos-López 2004).

Dentro de estas festividades, la que más se relaciona con los SE culturales es el llamado nacimiento de *Ce Ácatl Topiltzin Quetzalcóatl* que se festeja en Amatlán de

Quetzalcóatl (municipio de Tepoztlán). El último domingo de mayo se realiza una procesión de antorchas hacia la poza de Cinteopan, acompañada de danzas prehispánicas, por el nacimiento de *Ce Ácatl Topiltzin Quetzalcóatl*, deidad que se cree nació en este lugar. Se debe recordar que en la cosmovisión prehispánica la serpiente emplumada, era un símbolo de luz, vida, sabiduría, conocimiento y fertilidad.

También, en Cuentepec, entre el 15 de agosto y el 28 de septiembre se festeja una ofrenda al Señor de los Aires. Se colocan ofrendas en 52 casas con piedras sagradas, para agradecer a los aires por las lluvias traídas para la temporada de siembra (González Ángeles 2007, Zamora Díaz 2007, INAFED y SEGOB 2010).

Las fiestas se acompañan con danzas, algunas de las cuales representan elementos de la biodiversidad como la de los tecuanes o la danza azteca, la comparsa del chinelo y la danza de los moros y cristianos (INAFED y SEGOB 2010). Asimismo, dentro del estado existen festividades relacionadas con prácticas agrícolas, como lo es un ritual

que realizan los morelenses para agradecer a la tierra por brindarles alimentos, y colocan ofrendas con comidas rituales para alimentar a la tierra (Good-Eshelman y Barrientos-López 2004).

Por otra parte, el culto a los muertos mantiene una relación estrecha entre las familias y sus difuntos. Existe la creencia de que los muertos influyen directamente en el cultivo del maíz en la milpa, trayendo las lluvias, haciendo fértil la tierra y cuidando su crecimiento. Las ofrendas a los muertos en Morelos reúnen elementos de simbolismo agrícola, además de flores llamativas, incienso de copal y velas que atraerán a las almas (figura 12; Good-Eshelman y Barrientos-López 2004).

Recreación y ecoturismo

Como se mencionó anteriormente, la posición geográfica de la entidad lo hace privilegiado ofreciendo su gran belleza escénica para los visitantes. La entidad cuenta con ANP, balnearios, zonas arqueológicas, museos, sitios históricos y manifestaciones culturales que reciben en promedio un total de 738 744 visitantes al año, de los cuales 49 912 son extranjeros y 688 832 nacionales (Contreras-MacBeath *et al.* 2006, INAH 2017). Por ello, este se genera fuentes de ingreso para las personas del estado (Contreras-MacBeath *et al.* 2006).

Los espacios antes mencionados, generan un bienestar físico y mental en los visitantes, debido a que pueden disfrutar de los paisajes que ofrecen los ecosistemas del estado y realizar actividades al aire libre. Estos efectos se pueden observar fácilmente en personas que habitan en la ciudad y que tienen acceso limitado a la convivencia y recreación en espacios naturales.

Entre los centros turísticos enfocados al turismo de naturaleza más importantes del estado se encuentran, Temachtiani (Tepoztlán), el balneario Las Estacas, el parque recreativo Totlán (Hutizilac), el Parque Ecoturístico Correa (Tlanepantla), Piedra Rajada (Jantetelco), entre otros (cuadro 9). Asimismo, desde 2005 para rescatar espacios naturales y su significado e importancia cultural se ha impulsado una iniciativa de turismo alternativo en zonas rurales en el estado (véase *Biodiversidad y ecoturismo comunitario en localidades indígenas* en esta obra).

Las zonas arqueológicas, son sitios ricos en recursos naturales con presencia de construcciones prehispánicas o restos de éstas. Es por esta razón que dicha atracción



Figura 12. Ofrenda de muertos en Cuernavaca. Foto: Adalberto Ríos Szalay/Banco de imágenes de CONABIO.

se asocia con la belleza escénica y es una fuente importante de la representación de la cultura. Los elementos naturales son fundamentales para la recreación en estos espacios (cuadro 10), los cuales son de suma importancia por ser sitios de refugio para muchas especies de flora y fauna (SDS 2014b, INAH 2016, 2017).

Los balnearios y parques acuáticos son parte importante del se de recreación, y en Morelos existen 55 (Contreras-MacBeath *et al.* 2006). En estos sitios se llevan a cabo actividades acuáticas deportivas, descanso, uso de aguas termales y saunas, entre otros. Los visitantes, acuden a estos sitios en busca de relajación.

La Secretaría de Turismo (SECTUR) impulsa el turismo alternativo en zonas indígenas, en donde se busca la mezcla entre cultura y naturaleza. El objetivo es dar pie a estas actividades productivas. Se promueve el uso de tirolesas, temazcal y comida típica, que con una buena gestión son consideradas de bajo impacto para el ambiente y buscan un desarrollo económico para la población.

Cuadro 9. Centros ecoturísticos más importantes de Morelos.

Municipio	Centro Ecoturístico	Actividades al aire libre que ofrece
Huitzilac	Parque recreativo Totlán en Coajomulco	Campamento, tirolesa, ciclismo, senderismo, caminata y paseos a caballo
Jantetelco	Piedra Rajada	Campamento, senderismo, caminata y un mirador
Tlalnepantla	Parque Ecoturístico Correa	Campamento, tirolesa, ciclismo, senderismo, caminata, áreas verdes y juegos aéreos
Tlaltizapán	Las Estacas	Campamento, tirolesa, actividades acuáticas y paseos a caballo
Tlayacapan	Casa de la Mujer Campesina-San José de los Laureles	Campamento, clínica de medicina tradicional y temazcal
Tepoztlán	Centro Ecoturístico Temachtiani en Amatlán de Quetzalcóatl	Campamento, senderismo, caminata y temazcal
Temixco	Parque Cuentepec Extremo	Campamento, tirolesa, pinturas rupestres y kayaks
Totolapan	Parque de los Venados en Nepopualco	Tirolesa, ciclismo, senderismo, caminata, clínica de medicina tradicional y temazcal

Fuente: elaboración propia con datos del Gobierno del Estado de Morelos 2015, TAZIMOR 2016, Las Estacas 2017.

Cuadro 10. Sitios arqueológicos en Morelos.

Municipio	Sitios arqueológicos públicos	Elementos naturales asociados
Tepoztlán	Tepoztlán	Cima y ladera sur de un risco/peñón de la sierra de Tepoztlán
Miacatlán	Xochicalco	Colina con una elevación de 130 m rodeada de una planicie, sistema de cuevas en la zona norte
Jantetelco	Chalcatzingo	Cerros Chalcatzingo y El Delegado, sitio de un manantial
Cuernavaca	Teopanzolco	Risco y colina de derrame de lava (basalto)
Yautepec	Yautepec	Zona de encuentro de arroyos y ríos con abundancia de agua
Miacatlán	Coatetelco	Lago Coatetelco
Jonacatepec	Las Pilas	Manantiales y sistemas de captación de agua, conocido como Alameda por la gran cantidad de árboles
Ayala	Olintepepec	Cerro del Olinche, rodeado de cerros y lomeríos, asociado a río Cuautla

Fuente: elaboración propia con datos de SDS 2014b, INAH 2016, 2017.

Consideraciones finales de servicios culturales

En Morelos se puede observar la interacción humano-naturaleza a través de las múltiples expresiones culturales de la población. A lo largo del apartado, se refleja el vínculo con algún componente de la naturaleza, representado en los nombres de sus municipios, en los hogares morelenses y la alimentación de la población. Asimismo, este servicio promueve oportunidades económicas que se genera por la belleza escénica del estado.

Servicios de soporte

Son el conjunto de procesos ecológicos necesarios para la generación de los otros SE (regulación, provisión y culturales). Son parte medular de los sistemas que sustentan la vida. Los beneficios que provienen de ellos son indirectos,

poco tangibles y de largo plazo, por lo que existe poco conocimiento sobre su importancia (MA 2003).

Hábitat

Se define como el lugar que ocupan los organismos o poblaciones en el espacio, a partir de un subconjunto de características ambientales o recursos de los que dependen las especies para su supervivencia. Dentro de éste, se alimentan, reproducen y encuentran refugio. A su vez genera otros SE, como el mantenimiento de la diversidad biológica, genética y de especies con aprovechamiento comercial (Santos y Tellería 2006, Granado 2007, Sánchez *et al.* 2011, FAO 2017).

La entidad cuenta con una amplia variedad de climas, debido a ello posee distintos hábitats terrestres y acuícolas que se traducen en una gran biodiversidad

y distintos ecosistemas (véase *Diversidad de ecosistemas* en esta obra; Contreras-MacBeath *et al.* 2006, CONAGUA 2010, CEAGUA 2014). Por ejemplo, en la zona norte se localiza el macizo forestal más importante, en el que se ubica el Corredor Biológico Chichinautzin (figura 13). Asimismo, se encuentran diversos hábitats acuáticos, como los lagos de Tequesquitengo, de Coatetelco y el río Amacuzac.

Formación y retención del suelo

La formación del suelo se desarrolla a partir del material de origen mediante distintos procesos donde ocurre la meteorización de la roca que lo originó. La calidad del suelo dependerá de una serie de factores químicos, físicos y biológicos (FAO 2015), como la cantidad de materia orgánica, el pH, los elementos y los minerales que se encuentran presentes. A su vez, el tipo de suelo es un factor determinante para el establecimiento de la vegetación y la formación de los ecosistemas.

Los suelos predominantes en Morelos son: Feozem, Vertisol, Leptosol y Andosol (véase *Diversidad de suelos*

en esta obra; SEMARNAT y CONAFOR 2013, SDS 2013). Los Feozem son los que abarcan la mayor superficie estatal y se caracterizan por ser ricos en materia orgánica y sustentar bosques de encino, selva baja caducifolia y agricultura de temporal. Seguido por los Vertisoles los cuales están asociados a zonas de agricultura (SEMARNAT y CONAFOR 2013).

Ciclo hidrológico

En éste servicio de soporte se incluye la evaporación, la condensación y la precipitación del agua. Se lleva a cabo mediante el escurrimiento superficial, cuando el agua se desplaza por el suelo para dar lugar al sistema de aguas superficiales. El ciclo continúa, cuando el agua pasa a las capas superficiales del suelo y regresa a la atmósfera por evaporación directa o por la transpiración vegetal desde las raíces. Por último, el agua puede infiltrarse, circular por acuíferos y salir en cuerpos de agua superficiales (Nebel y Wright 1999). El ciclo hidrológico es vital para que los ecosistemas puedan brindar todo tipo de servicios (Balvanera *et al.* 2009).



Figura 13. Corredor Biológico Chichinautzin. Foto: Javier Hinojosa/Banco de imágenes CONABIO.

Por las características físicas del estado, el mantenimiento de los ciclos hidrológicos es uno de los principales SE. La topografía, la presencia de bosques, suelos y rocas volcánicas altamente permeables, favorece la formación de numerosas corrientes superficiales y subterráneas, lo que da origen a la existencia de incontables manantiales y mantos acuíferos que proporcionan humedad a la mayor parte del territorio estatal.

El estado es una de las entidades con mayor número de manantiales en proporción con su extensión territorial (SDS 2013). La disponibilidad de los recursos hídricos es abundante y está ligada a la precipitación media anual (véase *Recursos hídricos* en esta obra), que se distribuye de forma irregular, a través de los escurrimientos superficiales y el agua subterránea (SEMARNAT y CONAFOR 2013).

Recursos genéticos

La biodiversidad es el conjunto de ecosistemas como bosques, manglares, arrecifes, selvas, desiertos y la gran variedad de seres vivos presentes en cada uno de estos ambientes; así como la variación genética de cada especie (recursos biológicos; Piñero *et al.* 2008).

Toda la biodiversidad tiene como componente básico la variabilidad genética, la cual se hereda entre los organismos de una población (Piñero *et al.* 2008). Se entiende por material genético todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo que contenga unidades funcionales de la herencia (CDB 1992), por lo tanto, los recursos genéticos son el valor real o potencial de dicho material genético (CDB 1992). Éstos son indispensables ya que sin la variabilidad no se puede asegurar la continuidad de bienes y servicios de los que depende la humanidad (INIFAP 2017).

Cabe mencionar que el acceso a un recurso biológico implica una acción física como coleccionar, atrapar, cazar o cultivar a los organismos. Por el contrario, el acceso a los recursos genéticos implica que los organismos o parte de ellos, necesitan sufrir un proceso de transformación que permita aislar y separar el material genético o productos derivados de éste, a través de las tecnologías desarrolladas para este fin (Pardo 1998). Por ejemplo, la manzanilla es una hierba que se usa para problemas digestivos y por tanto es un recurso biológico. Al trabajar con su ácido desoxirribonucleico (ADN) se convierte en un recurso genético (UICN 2013).

México es lugar de origen de especies animales y vegetales de importancia económica, social, ambiental y cultural (INIFAP 2017). Ya sean insectos que polinizan las plantas, bacterias microscópicas que se necesitan para hacer queso, los diversos tipos de ganado en las diferentes condiciones climáticas, o las miles de variedades de cultivos que sostienen la seguridad alimentaria mundial (INIFAP 2017).

En la entidad se registra la presencia de 21% de las especies de mamíferos mexicanos, 33% de aves, 14% de reptiles y 10% de plantas vasculares reportadas para el país. Además, se encuentra entre los nueve estados con alto endemismo de flora.

Consideraciones finales de servicios de soporte

Los servicios de soporte no son fáciles de percibir, probablemente ésta sea la razón de la falta de estudios en la entidad. Sin embargo, su cuidado es indispensable, porque son la base para la continuidad en la generación de los demás SE. Realizar investigaciones sobre este tema es fundamental, debido a que permite comprender el funcionamiento de los otros SE.

Conclusiones generales

La convergencia de características ambientales, ecológicas, geográficas y culturales de Morelos ha dado lugar a una amplia gama de SE que brindan beneficios a los pobladores. Conocer el estado actual de los elementos que conforman estos SE, permite valorar y entender las amenazas a las que están sujetos, así como la posibilidad de desarrollar acciones y herramientas de gestión y protección que salvaguarden su permanencia para futuras generaciones.

Sin embargo, no todos los SE pueden apreciarse de forma tangible o cuantificable (como en el caso de los servicios de soporte y culturales) y el valor de algunos de ellos pasa desapercibido. Lo anterior provoca que en aprovechamiento y toma de decisiones ambientales no consideren a los SE como parte prioritaria y fundamental, lo que los hace más vulnerables al deterioro o la pérdida de manera irreversible.

Se requiere la generación constante de información al respecto, la cual no está siempre disponible o carece de los canales adecuados para darse a conocer. Es por esto, que la apreciación y manejo de los SE debe abor-

darse dentro de una visión amplia e interdisciplinaria, debido a que los problemas que enfrentan los servicios son multicausales.

En la entidad, la pérdida de la diversidad biológica y de los SE que ésta provee ha sido impulsada por el cambio de uso del suelo, el crecimiento demográfico, la introducción de especies invasoras, los incendios forestales, la sobreexplotación de los recursos naturales y más recientemente, el cambio climático global (Balvanera *et al.* 2009).

Otro factor que interviene en la provisión de SE es la infraestructura carretera (carreteras pavimentadas, caminos rurales y brechas) que creció 1 020 km entre 2000 y 2015 (INEGI 2015). En conjunto la apertura de nuevas vías de comunicación tiene un efecto negativo al propiciar la fragmentación del hábitat y sobreexplotación de ciertos recursos naturales, lo cual contribuye a la pérdida de resiliencia de los ecosistemas del estado (Ortiz-Hernández *et al.* 2015). Por ello, es importante continuar con programas de ordenamiento territorial de asentamientos humanos, así como con esquemas de protección y cuidado de los SE de la entidad como lo son los programas de pago por servicios ambientales.

Las medidas que se implementan en el estado buscan reducir o evitar el deterioro de los SE. Dichas medidas se basan en programas de manejo, monitoreo, gestión y otras herramientas que en conjunto tratan de asegurar la permanencia y buen funcionamiento de éstos. Por ejemplo, se cuenta con diversas ANP y UMA para frenar la degradación de los hábitats presentes en las diferentes regiones ecológicas de la entidad. Asimismo, se reconoce que son esenciales para el mantenimiento de la biodiversidad. Con esta acción de forma indirecta se protegen los servicios de provisión.

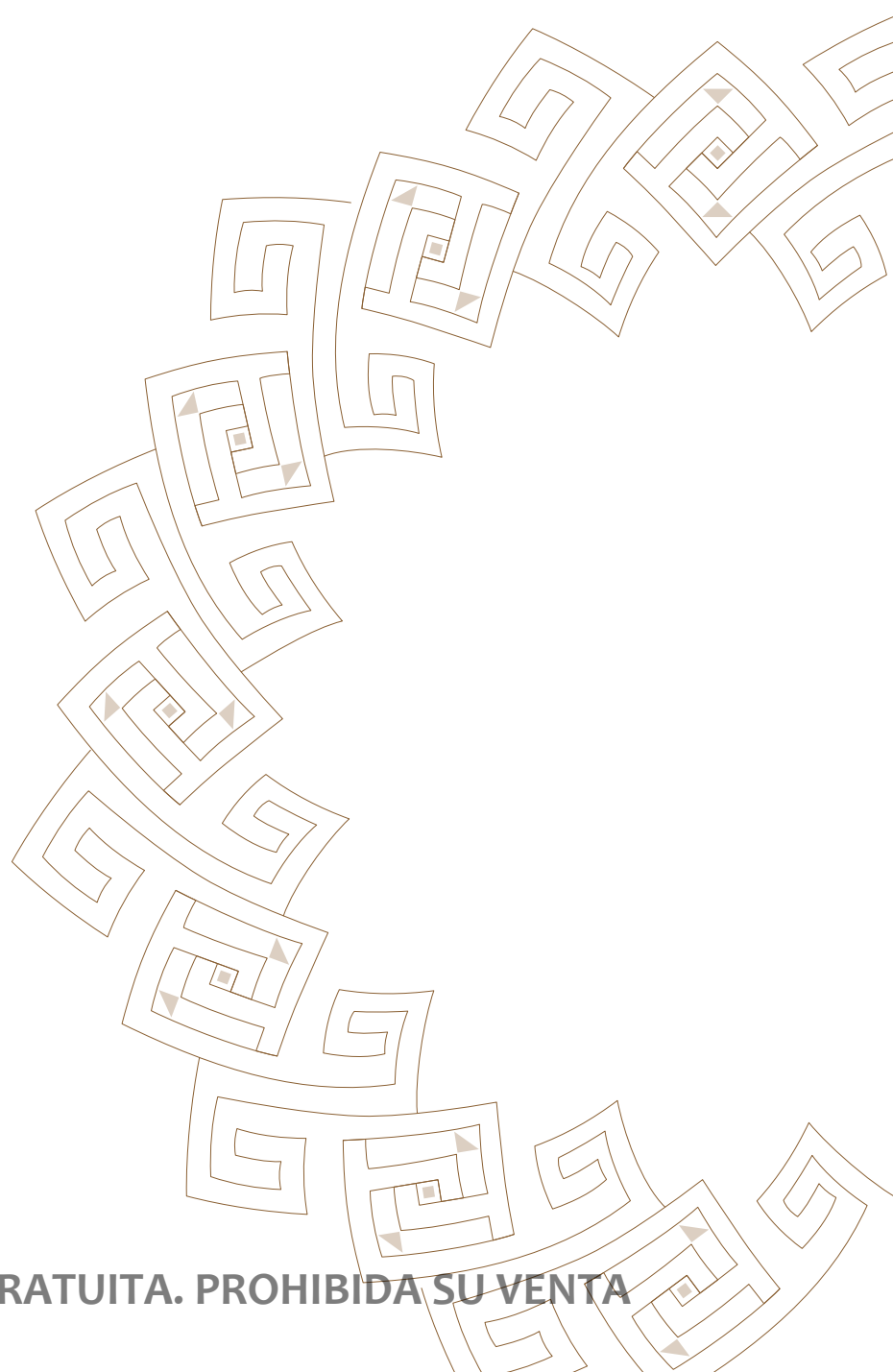
Referencias

- Aparicio-Cabrera, A. 2010. *Economía mexicana 1910-2010: balance de un siglo*. En: <<http://www.economia.unam.mx/profesores/aapario/Econom%C3%ADa.pdf>>, última consulta: noviembre de 2017.
- Ávila, S.H. 2001. *La agricultura y la industria en la estructuración territorial de Morelos*. UNAM/CRIM, México.
- Ayuntamiento de Cuernavaca. 2018. *Plan de acción climática municipal del H. Ayuntamiento de Cuernavaca*. Publicado el 14 de marzo de 2018, en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- Batliori, A. 2001. Los problemas ambientales del estado de Morelos: la educación como parte de la solución. *Gaceta Ecológica* 61:47-60.
- Balvanera, P., A.B. Pfisterer, N. Buchmann *et al.* 2006. Quantifying the evidence of biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters* 9:1146-1156.
- Balvanera, P., H. Cotler, O. Aburto *et al.* 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*, vol. II. CONABIO, México, pp. 185-245.
- Benavides, H.O., y G.E. León. 2007. *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. En: <<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befec11cf15f06dd>>, última consulta: diciembre 2017.
- Boyd, J. y S. Banzhaf. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63:616-626.
- CDB. Convenio sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas. 1992. En: <<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>>, última consulta: 20 de noviembre de 2018.
- CEAGUA. Comisión Estatal del Agua de Morelos. 2014. *Programa estatal hídrico 2014-2018*. En: <<http://ceagua.morelos.gob.mx/contenido/programa-estatal-hidrico-de-morelos-2014-2018>>, última consulta: diciembre de 2017.
- CDI. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. 2017. *Etnografía de los nahuas de Morelos*. En: <<https://www.gob.mx/cdi/articulos/etnografia-de-los-nahuas-de-morelos?idiom=es>>, última consulta: 30 de noviembre de 2018.
- CESAEM. Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Morelos. 2017. *Estadísticas 2017 en la acuicultura de Morelos*. CESAEM, México (inédito).
- CONABIO y SEDEMA. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. 2016. *La biodiversidad en la Ciudad de México*. CONABIO/SEDEMA, México.
- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2010. *Programa hídrico visión 2030 del estado de Morelos*. En: <http://centro.paot.org.mx/documentos/conagua/vision_2030_morelos.pdf>, última consulta: 30 de noviembre de 2018.
- . 2018. *Sistema de información geográfica de acuíferos*. En: <<http://sigagis.conagua.gob.mx/aprovechamientos/>>, última consulta: mayo 2018.
- CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2010. *Artesanías de maracas mágicas*. En: <<https://es.calameo.com/read/0003431295787b6d7b35c>>, última consulta: mayo de 2018.

- . 2014. *Servicios ambientales*. En: <www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/servicios-ambientales>, última consulta: agosto de 2017.
- Contreras, A., J. García, S. Guzmán *et al.* 2001. Aprovechamiento de las aves cinegéticas, de ornato y canoras de Nuevo León, México. *Ciencia UANL* 4(4):462-470.
- Contreras-MacBeath, T., J.C. Boyás y F. Jaramillo. 2006. *La diversidad biológica en Morelos: estudio del estado*. CONABIO/UAEM, México.
- Daily, G.C., P.A. Matson y P.M. Vitousek. 1997. Ecosystem services supplied by soil. En: *Nature's services*. G.C. Daily (ed.). Island Press, Washington, pp. 113-132.
- De Groot, R.S., M.A. Wilson y R.M. Boumans. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics* 41(3):393-408.
- Delgadillo, J., Ú. Oswald, J.L. Sámano *et al.* 2010. *Informe del diagnóstico rural del estado de Morelos*. En: <http://www.fao-evaluacion.org.mx/pagina/documentos/sistemas/eval2014/resultados2014/PDF2/MOR/Diagnostico_Rural_MORELOS.pdf>, última consulta: mayo 2018.
- Díaz, S., D. Tilman, J. Fargione *et al.* 2005. Biodiversity regulation of ecosystem services. En: *Ecosystems and human well-being: Current state and trends*. Vol. I. R. Hassan, R. Scholes y N. Ash (eds.). Island Press, Washington, pp. 297-329.
- Ebergenyi, S.V. y A.C León. 2015. La fauna silvestre y su relación con el bienestar de tres comunidades de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos. *Etnobiología* 13(1):39-52.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. *Principios y avances sobre la polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe*. En: <<http://www.fao.org/3/a-i3547s.pdf>>, última consulta: mayo de 2018.
- . 2015. *Año internacional de los suelos. Suelos sanos para una vida sana. Los suelos constituyen la base de la vegetación*. En: <http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/soils2015/docs/Fact_sheets/Es_lys_Veg_Print.pdf>, última consulta: octubre de 2017.
- . 2017. *Visión general del sector acuícola nacional: México*. En: <http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_mexico/es>, última consulta: octubre de 2017.
- Folke, C., S.R. Carpenter, T. Elmqvist *et al.* 2002. Resilience and sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformation. *AMBIO: A journal of the human environment* 31(5):437-440.
- García, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía-UNAM, México.
- Gobierno del Estado de Morelos. 2013. *Plan estatal de desarrollo 2013-2018*. En: <www.morelos.gob.mx>, última consulta: agosto de 2017.
- . 2015. *Actividades ecoturísticas en Morelos*. En: <<http://morelos.gob.mx/?q=prensa/nota/actividades-ecoturísticas-en-morelos>>, última consulta: agosto del 2017.
- Good-Eshelman, C. y G. Barrientos-López. 2004. *Nahuas del Alto Balsas*. CDI, México.
- González Ángeles, L. R. 2007. *Milakuaj, la ofrenda a los aires en Cuentepec, Morelos*. *Regiones* 28: vii.
- González-Martínez, T.M, I. Burgos, M. Mazzari-Hilariart *et al.* 2016. Servicios de regulación. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México*. Vol. III. CONABIO/SEDEMA, México, pp. 127-201.
- Granado, L. 2007. *Avances en ecología. Hacia un mejor conocimiento de la naturaleza*. Universidad de Sevilla, España.
- Hooper, D.U., F.S. Chapin, J.J. Ewell *et al.* 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75:3-35.
- Ibárcena, M. y J.M. Scheelje. 2003. El cambio climático principales causas, consecuencias y compromisos de los países involucrados. FAO, Canadá.
- INAFED y SEGOB. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal y Secretaría de Gobernación. 2010. *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México: estado de Morelos*. En: <<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM17morelos/index.html>>, última consulta: marzo de 2018.
- INAH. Instituto Nacional de Antropología e Historia. 2016. *Red de zonas arqueológicas del INAH*. En: <<http://inah.gob.mx/es/2015-06-12-00-10-09/catalogo>>, última consulta: agosto de 2017.
- . 2017. *Sistema institucional estadística de visitantes*. En: <<http://www.estadisticas.inah.gob.mx/>>, última consulta: agosto de 2017.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015 *Cuentame*. En: <<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mor/poblacion/default.aspx?tema=me&e=17>>, última consulta: mayo 2018
- . 2017. *Actividades económicas primarias: ganadería*. En: <<http://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/gana/default.aspx?tema=E>>, última consulta: agosto de 2017.
- INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2017. *Centro nacional de recursos genéticos*. En: <<http://www.inifap.gob.mx/SitePages/centros/cnrg.aspx>>, última consulta: agosto de 2017.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. *Climate change 2007: synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the Intergovernmental panel on climate change*. IPCC, Suiza.
- Kahrs, R.F. 2008. *Global livestock health policy: challenges, opportunities and strategies for effective action*. Iowa State Press, Blackwell Publishing Company, Iowa.

- Keesing, F., R.D. Holt y R.S. Ostfeld. 2006. Effects of species diversity on disease risk. *Ecology Letters* 9(4):485-498.
- Las Estacas. 2017. *Las Estacas*. En: <<https://lasestacas.com>>, última consulta: agosto del 2017.
- Lastra, I.J., L. Muciño, L. Villamar et al. 1998. *Situación actual y perspectiva de la producción de carne de pollo en México 1990-1997*. SAGARPA, México.
- Lo Giudice, K., S.R. Ostfeld, K.A. Schmidt y F. Keesing. 2003. The ecology of infectious disease: effects of host diversity and community composition on Lyme disease risk. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100:567-571.
- MA. Millennium Ecosystems Assessment. 2003. Ecosystems and their services. En: *Ecosystems and human wellbeing: a framework for Assessment*. Island Press, Washington, pp. 49-70.
- . 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington.
- Morelos turístico. 2017. *Cuexcomate de Morelos*. En: <http://www.morelosturistico.com/espanol/pagina/z_627_Cuexcomate_de_Morelos.php>, última consulta: agosto de 2017.
- Nebel, B. y R. Wright. 1999. *Ciencias ambientales: ecología y desarrollo sostenible*. Pearson Education, México.
- Ortiz-Hernández, M.L., E. Sánchez-Salinas, M.L. Castrejón-Godínez et al. 2013. *Morelos frente al cambio climático: análisis y perspectivas*. UAEM, México.
- Ortiz-Hernández, M.L., E. Sánchez-Salinas, M.L. Castrejón-Godínez y M. Romero-Aguilar. 2015. *Los indicadores ambientales como herramienta para la sustentabilidad: estudio de caso en Morelos*. UAEM, México.
- Ostfeld, R. y R. Holt. 2004. Are predators good for your health? Evaluating evidence for top-down regulation of zoonotic disease reservoirs. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2:13-20.
- Pardo, M.P. 1998. Propiedad de los recursos genéticos. *Biosíntesis* 1:1-4.
- Pérez, S.M.T. 2016. Las necesidades básicas insatisfechas en las unidades de manejo ambiental en el estado de Morelos. *Perspectivas Rurales Nueva Época* 28:75-91.
- Piñero, D., J. Caballero-Mellado, D. Cabrera-Toledo et al. 2008. La diversidad genética como instrumento para la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad: estudios en especies mexicanas. En: *Capital natural de México: conocimiento actual de la biodiversidad, vol. I*. CONABIO, México, pp. 437-494.
- Pisanty, I., L. Almeida-Leñero, T.M. González-Martínez et al. 2016. Servicios de provisión. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México*. Vol. III. CONABIO/SEDEMA, México, pp. 70-114.
- PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2017. *Desarrollo de una propuesta técnica entre los productores para minimizar el riesgo de dispersión de especies exóticas invasoras (EEI) en el sector acuícola del estado de Morelos*. En: <<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/gef/pdf/1.2-1-plan-bioseguridad.pdf>>, última consulta: enero del 2018.
- Ramírez, L.I. 2017. Directora de la Reserva Estatal Las Estacas, SDS. Comunicación personal, septiembre.
- Robles, E., E. Ramírez, Á. Durán et al. 2013. Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo-Axochiapan, Morelos, México. *Avances en Ciencias e Ingeniería* 4 (1):19-28.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México.
- Salinas, S.D.O., N. Arteaga, L. Gema et al. 2009. Antimicrobial activity of medicinal plants from the Huautla Sierra Biosphere Reserve in Morelos (México). *Polibotánica* (28):213-225.
- Santos, T. y J.L. Tellería. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas* 15 (2):3-12.
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2013. *Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2013*. CONAPESCA, México.
- . 2015. *Agenda técnica agrícola Morelos*. En: <https://issuu.com/senasica/docs/17_morelos_2015_sin>, última consulta: mayo de 2018.
- . 2016. *¿Cómo se rehabilitan los agostaderos de zonas áridas?* En: <<https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/como-se-rehabilitan-los-agostaderos-de-zonas-aridas>>, última consulta: noviembre 2017.
- Sánchez, O., P. Zamorano, E. Peters y H. Moya. 2011. *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México*. SEMARNAT/INE/US. Fish and Wildlife Service/UPC/ Universidad Autónoma de Tamaulipas/UAEM, México.
- Sarukhán, J., J. Carabias, P. Koleff y T. Urquiza-Haas. 2012. *Capital natural de México: acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación*. CONABIO, México.
- SDS. Secretaría de Desarrollo Sustentable. 2013. *Programa de ordenamiento ecológico regional del estado de Morelos*. En: <http://obum.zmcuernavaca.morelos.gob.mx/MORELOS/OET/POEREM_CHARACTERIZACION.pdf>, última consulta: agosto de 2017.
- . 2014a. *Programa de ordenamiento ecológico regional del estado de Morelos*. Publicado el 29 de septiembre del 2014 en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad". Texto vigente.
- . 2014b. *Programa de ordenamiento ecológico regional de estado de Morelos*. En: <http://obum.zmcuernavaca.morelos.gob.mx/metadata/morelos/poerem/Memoria_tecnica_POEREM.pdf>, última consulta: marzo de 2018.
- . 2017. *Estrategia para la gestión integral de los residuos del estado de Morelos*. En: <<http://marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/varios/pdf/VERESIDUOSMO.pdf>>, última consulta: abril 2018.
- . 2008. *Ordenamiento territorial: medio físico natural*. En: <<http://sustentable.morelos.gob.mx/p-territorial/pozci-cuernavaca>>, última consulta: abril 2018.

- . 2018. *Plan de acción climática municipal (PACMUN)*. Morelos. En: <<http://sustentable.morelos.gob.mx/cc/pacmun>>, última consulta: abril 2018.
- SEDAGRO. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. 2014. *Programa sectorial agropecuario (PSDAAMOR) 2013-2018*. SEDAGRO/Gobierno del Estado de Morelos, México.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos naturales. 2009. *Manejo de vida silvestre. Manual técnico para beneficiarios*. En: <<http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/manejo-de-vida-silvestre.pdf>>, última consulta: mayo de 2018.
- . 2013. *Anuario estadístico de la producción forestal 2013*. En: <<http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/economica/anuarios-estadisticos-de-la-produccion-forestal>>, última consulta: noviembre de 2017.
- SEMARNAT y CONAFOR. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional Forestal. 2013. *Inventario estatal forestal y de suelos, Morelos 2013*. SEMARNAT/CONAFOR, México.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016. *Cierre de la producción pecuaria por municipio 2016*. En: <http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/indexmpio.jsp>, última consulta: abril de 2018.
- . 2017. *Anuario estadístico de la producción agrícola*. En: <http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/>, última consulta: octubre de 2017.
- Smith, P., M. Ashmore, H. Black *et al.* 2011. Regulating services. En: *The UK national ecosystem assessment technical report*. UK National Ecosystem Assessment/UNEP-WCMC, Cambridge, pp. 535-596.
- Suzán, G., E. Marcé, J.T. Giermakowski *et al.* 2009. Experimental evidence for reduced rodent diversity causing increased hantavirus prevalence. *PLOS ONE* 4(5):54-61.
- Tafolla-Soriano, M. 2012. Los xochimamastles de Xoxocotla, reflexión entre el concepto y la praxis de la cultura. *El Tlacuache. Suplemento cultural La Jornada Morelos/Centro INAH Morelos* 549:1-2.
- TAZIMOR. Turismo Alternativo en Zonas Indígenas de Morelos. 2016. *Centros ecoturísticos*. En: <<http://www.tazimor.com.mx/index.html>>, última consulta: agosto del 2017.
- Thomas, C.D. y J.J. Lennon. 1999. Birds extend their ranges northwards. *Nature* 399(6733): 213.
- UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2013. *Recursos biológicos y recursos genéticos: el reto de diferenciarlos y regularlos*. En: <<https://www.iucn.org/es/content/recursos-biol%C3%B3gicos-y-recursos-gen%C3%A9ticos-el-reto-de-diferenciarlos-y-regularlos>>, última consulta: abril de 2018.
- Urquiza-Haas, E.G., I. Pisanty y L. Almeida-Leñero. 2016. Servicios culturales. En: *La biodiversidad en la Ciudad de México*. Vol. III CONABIO/SEDEMA, México, pp. 205-229.
- Zamora Díaz, F.V. 2007. *Quetzalcóatl nació en Amatlán: identidad y nación en un pueblo mesoamericano*. Tesis de maestría en antropología social. Universidad Iberoamericana, México.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Prácticas agrícolas y conservación de la agrobiodiversidad en Amatlán de Quetzalcóatl

Bárbara Puente Uribe, Leonardo Calzada Peña, Consuelo Bonfil y María Fernanda Figueroa Díaz Escobar

La agricultura es una de las fuerzas transformadoras del ambiente más importantes, particularmente en relación con los cambios ambientales globales¹ como la deforestación, el cambio en el uso del suelo y la contaminación de suelo y agua, entre otros (Lambin y Mayfroidt 2011). El impacto de esta actividad depende, en parte, de las decisiones de los campesinos sobre sus prácticas agrícolas. Éstas, a su vez, se ven moldeadas por fuerzas globales, como los precios internacionales de los bienes agroalimentarios; regionales, como las políticas agrícolas y de conservación; y locales, como las condiciones biofísicas y los rasgos culturales (Persson *et al.* 2010). La agricultura es proveedora y consumidora de los beneficios derivados del funcionamiento de los socioecosistemas, los cuales dependen del tipo de prácticas agrícolas empleadas (Power 2010).

En México, las prácticas agrícolas tienen una gran relevancia socioeconómica y biocultural, por su papel en el mantenimiento de la agrobiodiversidad. Ésta se define como la variedad de especies cultivadas y no cultivadas, producto de formas particulares de manejo desarrolladas en diversos contextos ambientales (FAO 2005).

Particularmente, la agrobiodiversidad es relevante en México por ser éste un importante centro de origen y domesticación de numerosas variedades de cultivos (Pickersgill 2007, Kato *et al.* 2009). Los agroecosistemas mexicanos son sumamente variados, como producto de la diversidad ecológica y cultural, y de la interacción histórica entre los múltiples factores globales, regionales y locales (Hazell y Wood 2008, Sandström *et al.* 2014).

En este estudio, se caracterizan las prácticas agrícolas y se analiza la influencia de un conjunto de factores socioeconómicos y políticos, que operan a diversas escalas e influyen en las decisiones de los campesinos sobre ellas. Para ello, se realizó un análisis de la literatura publicada sobre los factores que afectan el proceso de toma de decisiones a nivel local, así como de estadísticas oficiales sobre política pública ambiental y agroproductiva. Asimismo, se realizaron entrevistas y encuestas a productores y a funcionarios de instituciones gubernamentales estatales y municipales.

El estudio se desarrolló en Amatlán de Quetzalcóatl, comunidad ubicada al este del municipio de Tepoztlán (figura 1).

El municipio forma parte de dos áreas naturales protegidas (ANP): el Parque Nacional El Tepozteco y el Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin. Sus principales objetivos son proteger la alta biodiversidad de la región, disminuir su vulnerabilidad frente a la urbanización (por efecto de su cercanía con ciudades como Cuernavaca y la Ciudad de México), y mantener la permeabilidad hídrica, que permite recargar los acuíferos que abastecen gran parte de Morelos (SEDUE 1988).

La vegetación dominante es la selva baja caducifolia, pero en las zonas más altas se encuentran también bosques de encino, de pino-encino y de pino. La principal actividad económica es la agricultura, seguida de la cría y engorda de ganado (INEGI 2010). Sin embargo, el comercio y el turismo han cobrado una creciente relevancia en la economía regional (Arellano y Saldaña 2015), lo que

¹ El término cambio ambiental global se refiere a toda transformación que ocurre en diferentes regiones del mundo, a escala regional y local, con repercusiones globales en sistemas terrestres, oceánicos, atmosféricos, biológicos y sociales. Entre los diversos cambios descritos como globales se encuentran la extinción de especies, la pérdida de cobertura forestal nativa, la concentración de gases de efecto invernadero o la acidificación oceánica (Petschel-Held y Reusswig 1999).

ha provocado un conspicuo proceso de urbanización, mismo que promueve el cambio ambiental (Paz-Salinas 2005, Calzada *et al.* 2018).

Globalmente, los procesos de intensificación agrícola son impulsados por empresas agroindustriales transnacionales, a través de la adopción de paquetes tecnológicos, acompañados de políticas productivas nacionales, las cuales también favorecen el uso de estas tecnologías (Hazell y Wood 2008, Alston y Pardey 2014). En la localidad se observa la incorporación de algunas prácticas intensivas, aunque su influencia no parece ser tan relevante, en parte por la falta de fomento gubernamental, de acuerdo con los testimonios de los productores y de funcionarios municipales.

La agricultura de esta comunidad la desarrollan pequeños productores, la mayoría de sus parcelas son de temporal y los productos que obtienen son generalmente para consumo familiar. Como resultado de la baja productividad de sus tierras, aunado a la ausencia de apoyos suficientes, los agricultores se ven forzados a buscar fuentes alternativas de ingresos.

A pesar de que consideran esta actividad poco rentable, continúan produciendo y la mayoría de ellos dedica tiempo y esfuerzo a la tarea de seleccionar y guardar sus semillas. La tracción animal es una práctica común debido a las características biofísicas de las parcelas, aunque un conjunto de productores han incorporado prácticas intensivas, como el uso de maquinaria y agroquímicos. Por lo tanto, la agricultura amatleca puede considerarse como tradicional, por su bajo uso de insumos externos (figura 2).

En Amatlán, la actividad agrícola está limitada espacialmente por tres factores: 1) las políticas de conservación, por su pertenencia a un ANP; 2) la falta de apoyo gubernamental, que se refleja en la falta de acceso a seguros, créditos y subsidios; y 3) las condiciones biofísicas, como la disponibilidad de agua para riego y las pendientes pronunciadas. Por estas razones, la producción usualmente no se incrementa ni a través de la intensificación, ni a través de la expansión agrícola. A pesar de estas condiciones, resulta evidente la fuerte motivación de los campesinos para mantener la agricultura y para conservar la agrobiodiversidad local, lo que da lugar a la forma particular en que se desarrolla esta actividad en la comunidad.

Estas prácticas y sus beneficios sólo son posibles gracias a: 1) las raíces histórico-culturales de los campesinos de Amatlán, todos ellos habitantes originarios e hijos de padres agricultores (quienes los involucraron en estas labores desde la infancia); 2) la diversificación económica mediante el trabajo asalariado, particularmente con la migración internacional a Canadá; y 3) algunos subsidios de los programas de conservación.

A pesar del interés local, la agricultura en Amatlán está decreciendo, debido a la falta de apoyo por parte de políticas sectoriales adecuadas, al tiempo que crecen el comercio y el turismo, lo que ha convertido a la urbanización en un motor importante de procesos de cambio de uso del suelo en la localidad (Calzada *et al.* 2018). Las decisiones de los campesinos de Amatlán sobre sus prácticas agrícolas y las consecuencias que éstas tienen sobre la biodiversidad se ven influenciadas por la interacción entre estos elementos y las fuerzas económicas globales, pues éstas tienen el potencial de mantener (o desaparecer) una actividad económica, ambiental y culturalmente relevante, como la agricultura tradicional.

El modelo agrícola amatleco manifiesta una alta diversidad de prácticas productivas (de acuerdo con las circunstancias de cada productor),² evita el uso de herbicidas (de acuerdo con los agricultores, éstos dañan los cultivos de frijol y calabaza, además del suelo) y mantiene la agrobiodiversidad nativa, particularmente las variedades de maíz (figura 3; Hagman 2015). En este contexto, la conservación de la variabilidad genética y la diversificación de cultivos en los agroecosistemas amatlecos son producto de la articulación entre el conocimiento tradicional y las prácticas de manejo que se desarrollan en ellos. Esta interacción particular produce diversos beneficios, como la presencia de polinizadores y otros organismos vinculados con los cultivos o el mantenimiento de la calidad del suelo, que se relaciona con los ciclos de nutrientes y de microorganismos presentes (Hajjar *et al.* 2008, Bommarco *et al.* 2018).

La continuidad de las prácticas agrícolas tradicionales tiene tres implicaciones importantes para la conservación: 1) evita las consecuencias ambientales de la intensificación; 2) mantiene la agrobiodiversidad; y 3) funciona como un elemento de contención del proceso de urbanización. Ello se traduce en numerosos beneficios derivados de estos socioecosistemas, como la mitigación

² En muchas ocasiones, la diversidad de prácticas depende de la disponibilidad de tiempo y dinero que tienen los agricultores, además de su contexto familiar. Por ejemplo, eligen usar el tractor cuando hay poco tiempo o ningún pariente joven que sepa utilizar la yunta.

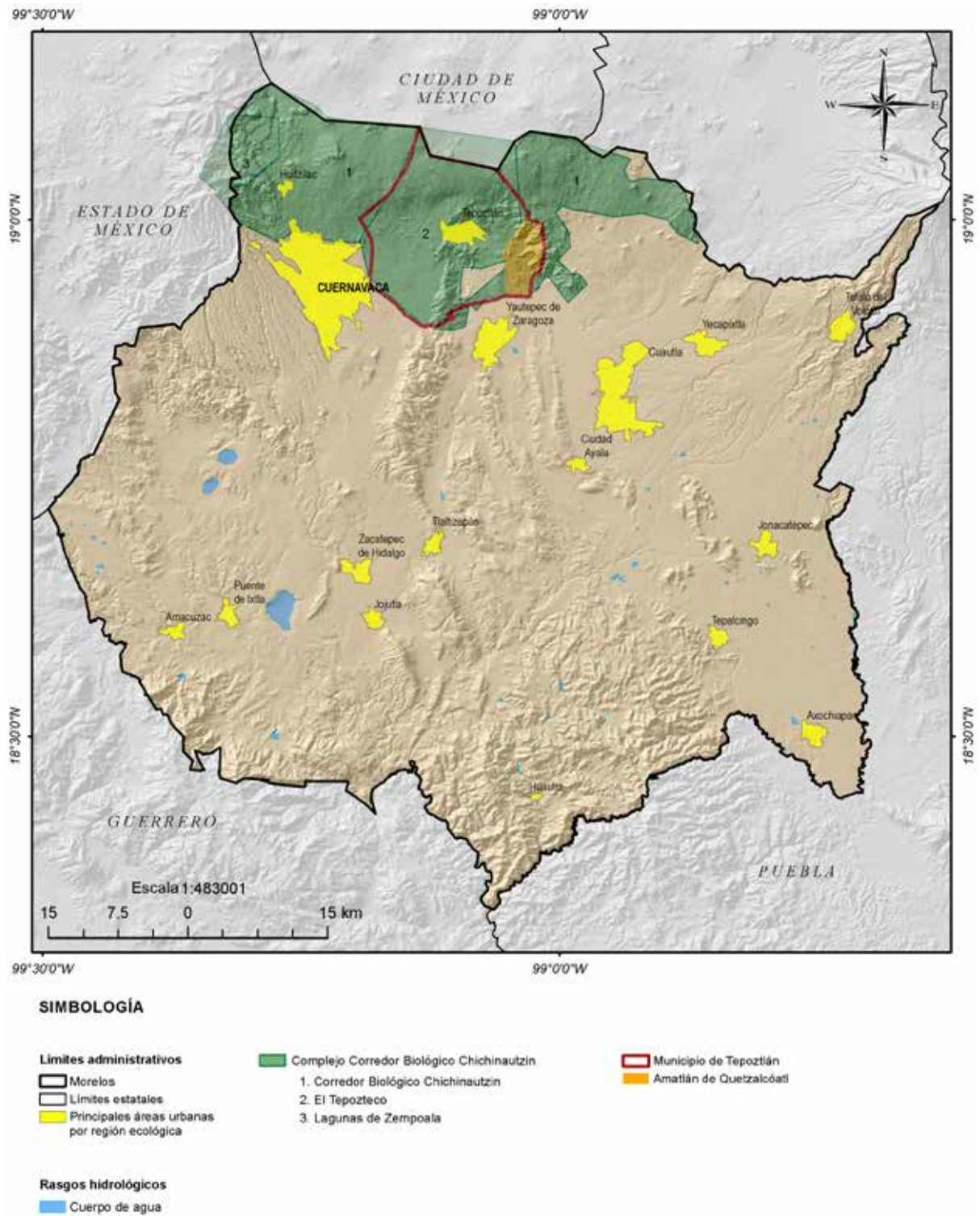


Figura 1. Área de estudio en el Complejo Corredor Biológico Chichinautzin. Fuente: elaboración propia.

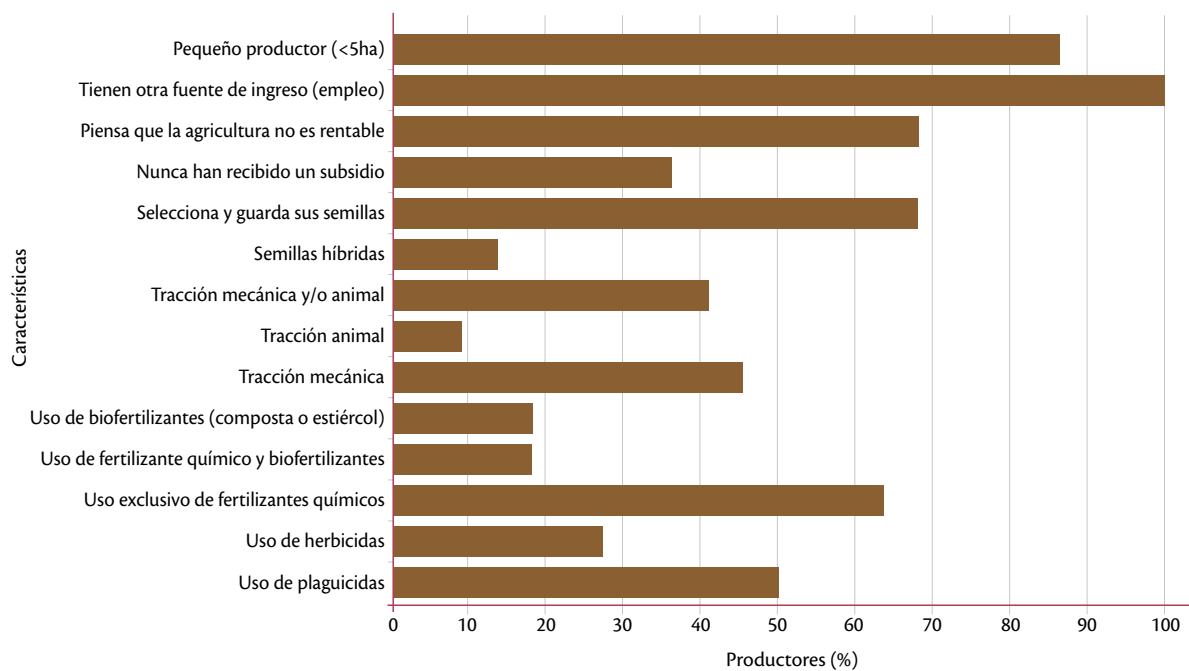


Figura 2. Porcentaje de productores según algunas de sus características y prácticas agrícolas. Fuente: elaboración propia.



Figura 3. Mazorcas seleccionadas y guardadas para la siembra por los productores de Amatlán, que representan algunas de las variedades de maíz de la localidad. Foto: Bárbara Puente-Uribe.

de los efectos de gases de efecto invernadero, la presencia de organismos benéficos para los cultivos (que disminuye el uso de agroquímicos) y la existencia de diversificación genética y cultural (Power 2010). El alcance de estos beneficios sería mayor si se favoreciera la replicación de modelos similares, a partir de políticas que valoren otros rasgos, más allá de la productividad.

En conclusión, la continuidad de estos esquemas de producción agrícola se sustenta en las raíces histórico-culturales de los campesinos y la diversificación del ingreso por la migración internacional. Estas condiciones han permitido el desarrollo y mantenimiento de prácticas agrícolas ambientalmente amigables que se traducen en una gran diversidad de beneficios, que pese a percibirse como fenómenos locales, se interrelacionan con procesos globales.

Cabe mencionar que los campesinos enfrentan disyuntivas entre obtener mejores rendimientos, a través de prácticas menos favorables para el medio ambiente o mantener agroecosistemas tradicionales que demandan una mayor cantidad de tiempo y trabajo. En la mayoría de las ocasiones, éstos últimos no son recompensados por los precios del mercado. En este escenario, el modelo agrícola amatleco y los rasgos culturales asociados, se encuentran en riesgo de desaparecer y, con ellos, la agrobiodiversidad y los beneficios derivados de su existencia. Su permanencia depende del apoyo decidido y adecuado de las políticas públicas.

Agradecimientos

Este proyecto se realiza gracias al financiamiento del Programa UNAM-DGAPA-PAPIIT (IA205216) "Análisis socioambiental de la conservación y el deterioro del bosque tropical caducifolio en México." BPU y LC son apoyados por beca de estudios de posgrado del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT; 609679 y 607891, respectivamente).

Referencias

Alston, J.M. y P.G. Pardey. 2014. Agriculture in the global economy. *Journal of Economic Perspectives* 28:121-146.

Arellano, M.G. y F.M.G. Saldaña. 2015. Perspectivas del turismo rural como estrategia para el desarrollo sustentable. Caso Amatlán de Quetzalcóatl en Tepoztlán Morelos. *Revista de Arquitectura, Urbanismo y Territorios BUAP* 1:36-50.

Bommarco, R., G. Vico y S. Hallin. 2018. Exploring ecosystem services in agriculture for increased food security. *Global Food Security* 17:57-63.

Calzada, L., J.A. Meave, C. Bonfil y F. Figueroa. 2018. Lands at risk: land use/land cover change in two contrasting tropical dry regions of Mexico. *Applied Geography* 99:22-30.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2005. *Building on gender, agrobiodiversity and local knowledge*. FAO, Italia.

Hagman, E.L. 2015. *Conservación biocultural del maíz nativo en Amatlán de Quetzalcóatl, Morelos*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias- UNAM, México.

Hajjar, R., D.I. Jarvis y B. Gemmill-Herren. 2008. The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123:261-270.

Hazell, P. y S. Wood. 2008. Drivers of change in global agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363(1491):495-515.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. *Infraestructura y características socioeconómicas de las localidades con menos de cinco mil habitantes*. En: <<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/SCITEL/default?ev=6>>, última consulta: 4 de enero de 2018.

Kato, T.A., C. Mapes, L.M. Mera et al. 2009. Aspectos socioeconómicos y culturales. En: *El origen y diversificación del maíz en México. Una revisión analítica*. T.A. Kato, C. Mapes, L.M. Mera et al. UNAM/CONABIO, México, pp. 39-41.

Lambin, E.F. y P. Mayfroidt. 2011. Global land-use change, economic globalization, and the looming land-scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(9):3465-3472.

Paz-Salinas, M.F. 2005. *La participación en el manejo de áreas naturales protegidas: actores e intereses en conflicto en el Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos*. Tesis de doctorado. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, Cuernavaca.

Persson, A.S., O. Olsson, M. Rundlöf y H.G. Smith. 2010. Land use intensity and landscape complexity-analysis of landscape characteristics in an agricultural region in Southern Sweden. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 136(1-2):169-176.

Petschel-Held, G., y F. Reusswig. 1999. Climate change and global change: the syndrome concept. En: *Goals and economic instruments for the achievement of global warming mitigation in europe*. J. Hacker y A. Pelchen (eds.). Springer, Alemania, pp. 74-79.

Pickersgill, B. 2007. Domestication of plants in the Americas: insights from Mendelian and molecular genetics. *Annals of Botany* 100:925-940.

Power, A.G. 2010. Ecosystem service and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of The Royal Society* 365:2959-2971.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. *Decreto por el que se declara el Área de Protección de la Flora y Fauna Silvestre, ubicado en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Tepoztlán, Jiutepec, Tlalnepantla, Yautepec, Tlayacapan y Totolapan, Morelos.* Publicado el 30 de noviembre de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Sandström, V., L. Saikku, R. Antikainen *et al.* 2014. Changing impact of import and export on agricultural land use: the case of Finland 1961-2007. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 188:163-168.

Pago por servicios ambientales

Esther Sandoval Palacios

Introducción

Los servicios ecosistémicos abarcan todos los beneficios que las poblaciones humanas obtienen de los ecosistemas (MA 2005). Sin embargo, en la aplicación del programa federal que implementa la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) se utiliza el término servicios ambientales como, los beneficios que proporcionan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, tales como los servicios de provisión, de regulación, culturales y los de soporte (CONAFOR 2016b).

La CONAFOR tiene a su cargo implementar la política pública a nivel federal respecto al pago por servicios ambientales en México, debido a que dentro de sus atribuciones destaca apoyar la ejecución de programas que fomenten la provisión en el largo plazo de los servicios ambientales (CONAFOR 2016a). Los esquemas que implementa son el Programa nacional de pago por servicios ambientales (PSA), mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes (MLPSA) y el fondo patrimonial de biodiversidad (FPB).

El programa de PSA fomenta la conservación activa de los ecosistemas forestales a través de incentivos económicos anuales en periodos de cinco años. El objetivo es incorporar prácticas de manejo para promover la conservación y el manejo sustentable de los ecosistemas, así fomentar la provisión en el largo plazo de los servicios ambientales, a través de dos modalidades: servicios ambientales hidrológicos (PSAH) y conservación de la biodiversidad. Asimismo, busca promover la concurrencia de recursos financieros y operativos entre CONAFOR y las partes interesadas en aportar recursos

económicos para incentivar la creación y fortalecimiento de MLPSA (CONAFOR 2016b).

PSA en Morelos

La CONAFOR inició la instrumentación del PSA en el estado desde 2004, pero en 2006 no se tuvo ningún beneficiario. A partir de 2007 se incorporaron los núcleos agrarios poseedores de los recursos forestales, en terrenos de uso común al esquema de PSA (figura 1), aun cuando las reglas de operación han tenido modificaciones en cuanto a criterios técnicos para zonas de elegibilidad, el monto de pago diferenciado por hectárea, superficies máximas y mínimas, y cobertura forestal arbórea (CONAFOR 2016b).

Los ciclos de pago de cinco años para los ejercicios fiscales de 2004 a 2013 se concluyeron. Sin embargo, en los ejercicios de 2014 a 2017 están vigentes 33 beneficiarios que incorporan 22 306 ha al PSA en las dos modalidades (figura 2).

Ecosistemas y PSA

En Morelos los 33 beneficiarios vigentes del PSA se encuentran distribuidos en 14 municipios (figura 3) y la modalidad de pago varía de acuerdo con el tipo de ecosistema.

Los beneficiarios que se encuentran en la modalidad de PSAH, realizan acciones para implementar una conservación activa. Todo ello con la finalidad de que, dicha conservación favorezca la recarga de acuíferos y evite la erosión del suelo en los siguientes tipos de ecosistemas: bosque mesófilo, de oyamel, de pino y de encino (cuadro 1; Cortina y Saldaña 2014).

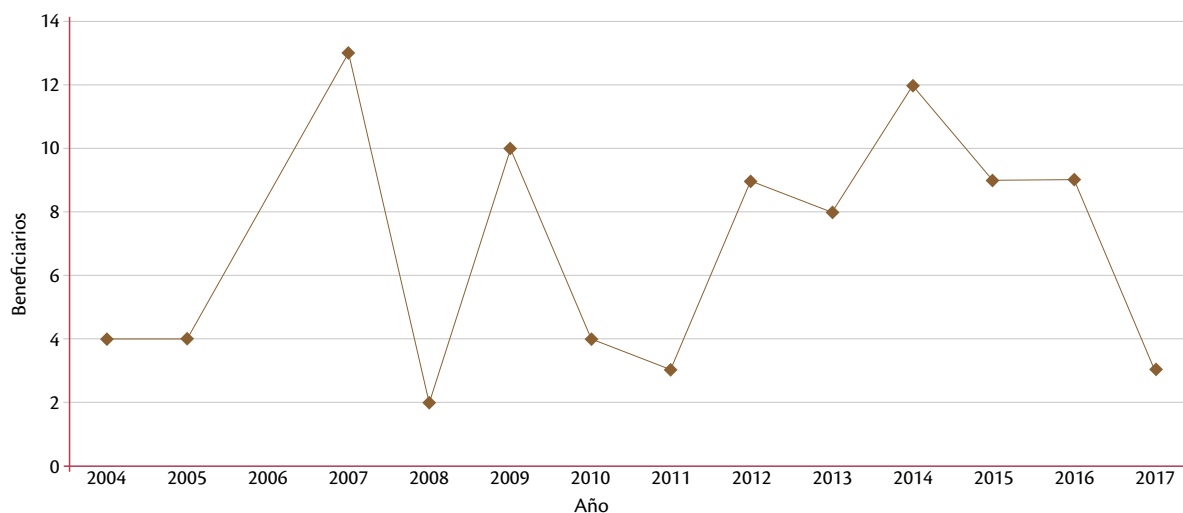


Figura 1. Total de beneficiarios en el esquema de PSA en el periodo de 2004 a 2017 en Morelos. Fuente: elaboración propia con información de CONAFOR 2017.

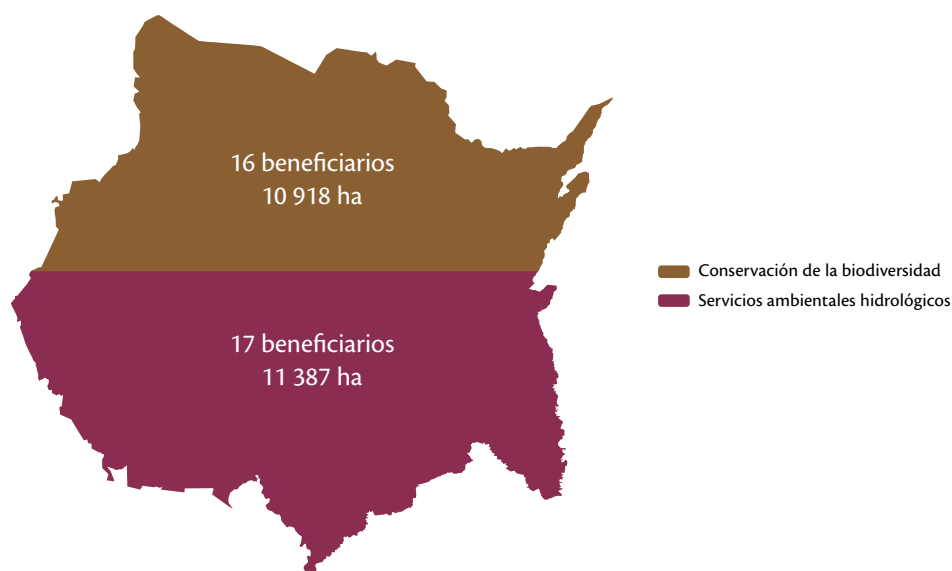


Figura 2. Superficie incorporada a PSA en el periodo de 2014 a 2017. Fuente: elaboración propia con información de CONAFOR 2017.

Mecanismos locales de PSA a través de fondos concurrentes

Un segundo esquema que se implementa en Morelos son los MLPSA, mediante el cual en 2016 CONAFOR buscó la concurrencia de recursos financieros y operativos con el Ayuntamiento de Tepalcingo. En este sentido, el ayuntamiento aportará recursos económicos por un periodo de cinco años en una superficie de 786 ha, lo cual permite

potencializar los recursos de la institución mediante la aportación voluntaria del municipio, así como desarrollar y consolidar iniciativas de PSA locales.

Conclusiones

Para recibir el pago del PSA (pago por resultados) los núcleos agrarios que participan en el programa tienen que demostrar que:

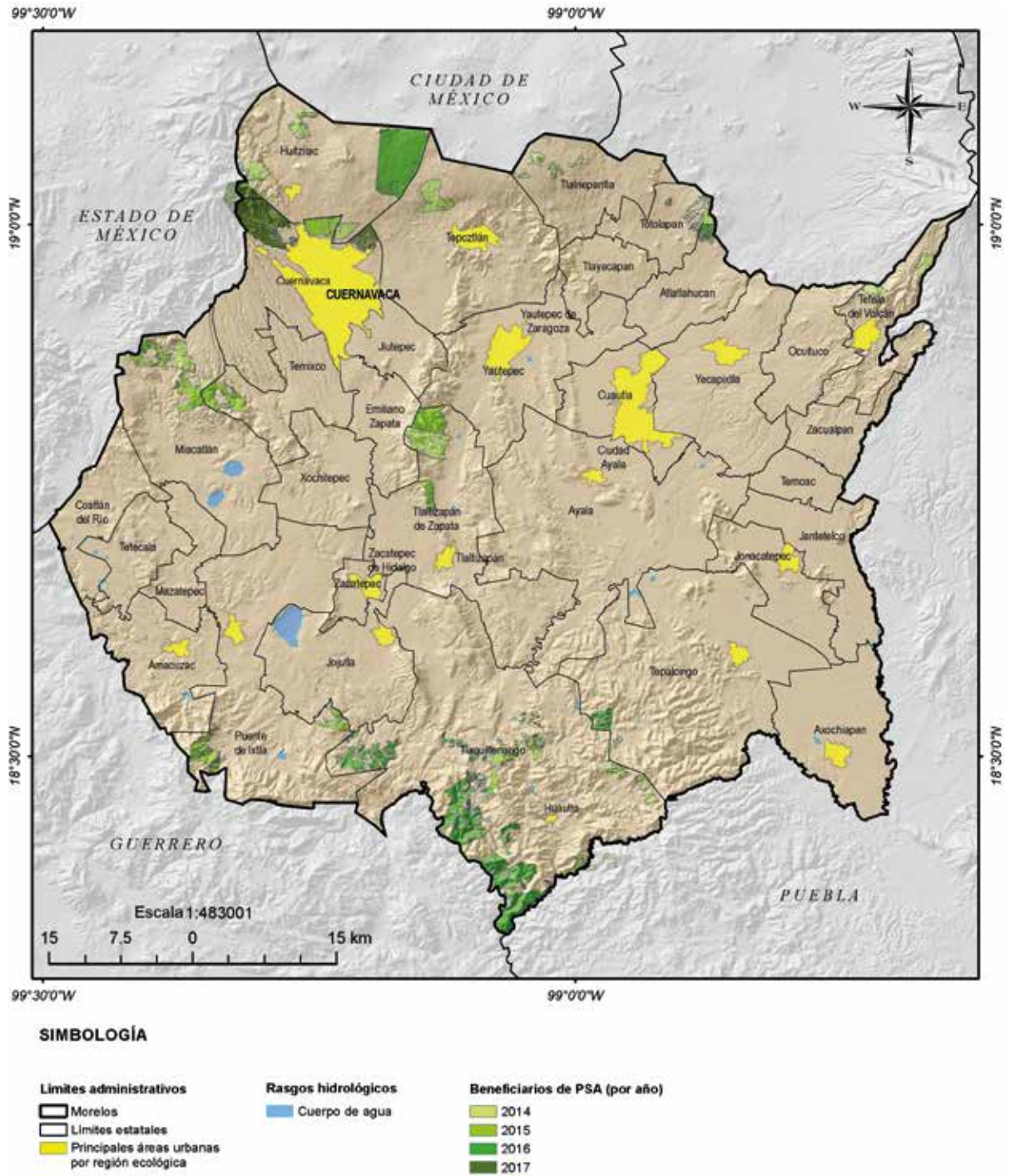


Figura 3. Beneficiarios vigentes a 2017 de PSA en Morelos. Fuente: elaboración propia con información de CONAFOR 2017, INEGI 2017.

Cuadro 1. Beneficiarios de PSA en diferentes ecosistemas en Morelos.

Municipio	Número de beneficiarios	Ecosistema
Atlatlahuacan	1	Bosque de pino-encino, encino-pino y encino
Cuernavaca	4	Bosque de encino-pino, mesófilo, pino-encino, oyamel, pino y encino
Huitzilac	3	Bosque de oyamel, pino-encino, encino-pino, pino y mesófilo
Jojutla	1	Selva baja caducifolia
Miacatlán	2	Bosque de encino, mesófilo, pino y pino-encino y selva baja caducifolia
Puente de Ixtla	1	Selva baja caducifolia y bosque de encino
Temixco	2	Bosque de encino y selva baja caducifolia
Tepoztlán	1	Bosque mesófilo, pino, pino-encino, encino y encino-pino
Tetela del Volcán	2	Bosque de pino, oyamel, encino-pino y pino-encino
Tlalnepantla	1	Bosque de pino-encino, encino-pino, encino y pino
Tlaltizapán de Zapata	3	Selva baja caducifolia
Tlalquilenango	10	Bosque de encino y selva baja caducifolia
Totolapan	1	Bosque de pino-encino, encino y pino
Yautepec	1	Selva baja caducifolia

Fuente: elaboración propia con información de SEMARNAT y CONAFOR 2014, CONAFOR 2017.

1. No hay pérdida de cobertura forestal.
2. Implementar buenas prácticas de manejo para la conservación y uso sustentable de los ecosistemas.
3. Utilizar un enfoque de conservación activa, para asegurar servicios múltiples de soporte, provisión, regulación y culturales.
4. Detener los procesos de degradación y deforestación, para asegurar la protección de ecosistemas frágiles con alta biodiversidad como los bosques mesófilos.

El PSA es una estrategia de conservación activa, que genera ingreso y fuentes de empleo temporales, considerados empleos verdes. Para asegurar la provisión de servicios ambientales en Morelos es necesario expandir y consolidar el PSA a través de la búsqueda de estrategias de financiamiento para potencializar los recursos.

Referencias

- CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2016a. *Estatuto orgánico de la Comisión Nacional Forestal*. Publicado el 5 de julio de 2016 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- . 2016b. *Reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2017*. Publicado el 28 de diciembre de 2016 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- . 2017. *Acciones y programas 2017*. En: <<https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/apoyos-conafor>>, última consulta: 25 de noviembre de 2017.
- Cortina, S. y A. Saldaña. 2014. Retos de la evaluación del Programa de pago por servicios ambientales de la Comisión Nacional Forestal. En: *Pago por servicios ambientales en México un acercamiento para su estudio*. M. Perevochtchikova (coord.). El Colegio de México, México, pp. 133-153.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2017. *Marco geoestadístico*. INEGI, México.
- MA. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Island Press, Washington.
- SEMARNAT y CONAFOR. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional Forestal. 2014. *Inventario estatal forestal y de suelos—Morelos 2013*. SEMARNAT/CONAFOR, México.

Tinas ciegas o ¿excavar suelos para conservarlos?

Helena Cotler Ávalos

Los suelos constituyen la base de todos los ecosistemas terrestres, son fundamentales en la producción de alimentos, la regulación hidrológica, la preservación de la biodiversidad (Ibáñez *et al.* 2012) y la regulación del clima, entre varios otros servicios ecosistémicos reconocidos (Dominati *et al.* 2010). Sin embargo, son un recurso finito a escalas de tiempo humano, por lo que su pérdida significa la imposibilidad de continuar con cualquier actividad agropecuaria y la pérdida de biodiversidad.

La degradación de suelos en México ha adquirido proporciones tan importantes que amenazan la soberanía alimentaria y la integridad de los ecosistemas terrestres (Sarukhán y Cotler 2015). Por ello, la implementación de programas de conservación de suelos es cada vez más urgente.

Desde el gobierno federal se han privilegiado las prácticas mecánicas de conservación de suelos desde hace varias décadas (Trueba *et al.* 1981). Las prácticas mecánicas se realizan con implementos agrícolas y consisten en realizar movimientos de tierra o bien en construir nuevas infraestructuras. En los últimos años, el principal programa de conservación de suelos en ecosistemas forestales¹ promovió especialmente prácticas mecánicas en parcelas forestales. Entre las prácticas más usuales se encuentran las tinas ciegas o zanjas trincheras (Cotler *et al.* 2013).

Las tinas ciegas son zanjas de 2 m de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad. El uso éstas se justifican, tanto por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) como por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), porque tienen como objetivo principal la recarga de mantos acuíferos para mantener la humedad en el suelo y

fomentar el desarrollo de la vegetación natural, reducir la velocidad del escurrimiento superficial, así como utilizar las líneas de tinas como brechas cortafuego (figura 1; SAGARPA y COLPOS 2009).



Figura 1. Tinas ciegas distribuidas dentro del bosque. Foto: Jürgen Hoth.

¹ El Programa de conservación y restauración de suelos forestales de CONAFOR fue cancelado en 2016.

Esto es, una de las prácticas que más se utilizan en el Programa de conservación y restauración de suelos forestales a nivel nacional (Cotler *et al.* 2013), no busca mejorar la calidad de los suelos, ni conservarlos *in situ*, sino extraerlos y esperar que con ello los mantos acuíferos se recarguen. Esta simple premisa deja en claro el poco entendimiento que existe sobre las funciones de los suelos en términos hidrológicos, debido a que son éstos los que captan y retienen la humedad necesaria para la vegetación, además de que filtran y permiten la percolación hacia los mantos freáticos.

La materia orgánica de los suelos juega un papel central en la retención de humedad. Al respecto Minasny y Mc Bratney (2017), encontraron que el incremento de 1% en el carbono orgánico en los suelos puede aumentar más del doble el contenido de humedad en los mismos.

A diferencia de la experiencia internacional donde las zanjas se utilizan para el control de escurrimientos (Critchley y Siegert 1991, EPA 1999, Pizarro *et al.* 2004, Bhagu *et al.* 2012), en México esta práctica busca la conservación y restauración de suelos forestales (CONAFOR 2013). Aunque, no se explica en ningún momento cuáles son los objetivos y metas de la conservación, ni de la restauración de suelos.

Los impactos de las zanjas son visibles en el paisaje, basta un ojo observador para darse cuenta de que esta práctica no puede conservar suelos. Desde un primer momento, la excavación de los primeros 40 cm, los más ricos en materia orgánica, destruye, desagrega y moviliza de 60 a 123 t/ha de suelo. Estos sedimentos amontonados en un bordo son sujetos al golpeteo de las gotas de lluvia que provoca su erosión en el transcurso del tiempo (Cotler *et al.* 2015).

La excavación de los suelos ocasiona que en los bordos los horizontes de suelo estén invertidos y queden en la superficie los horizontes más profundos (con menor contenido de materia orgánica). Estos suelos constituyen un medio poco propicio para el mantenimiento de la vegetación (Pizarro *et al.* 2004, Cotler *et al.* 2015).

Al analizar bordos provenientes de distintos suelos, Cotler *et al.* 2015 calcularon que el contenido de carbono orgánico podía variar de 0.4-6.3 t/ha. Una vez expuesto, este carbono podía ser susceptible de oxidarse y coadyuvar en la emisión de CO₂ a la atmósfera.

Cotler *et al.* (2013) exponen que las tinas ciegas no mejoraron las características edáficas importantes para el mantenimiento de la calidad de los suelos, como el

contenido de carbono orgánico, nitrógeno total, porosidad y densidad aparente. Por la complejidad de las interacciones suelo-planta, muchos estudios insisten que minimizar el disturbio del suelo constituye en el mejor medio para conservar su humedad (Hartfield *et al.* 2001, Delgado *et al.* 2013).

La construcción de tinas ciegas se ha implementado en diversos municipios de Morelos (cuadro 1), lo que ha impactado a suelos como Andosoles, Vertisoles, Phaeozem, Leptosoles situados en diferentes posiciones del relieve, cuyas propiedades y funciones son distintas (figura 2).

Desde 2015, CONAFOR modificó sus reglas de operación y realizó una veda en el uso de las zanjas trinchera o tinas ciegas en la Faja Volcánica Transmexicana. Este primer paso que indica la incorporación de estudios científicos a la política pública debe ir más allá para incluir dos nociones fundamentales:

1. La conservación de suelos a través del incremento de su contenido de materia orgánica, la cual no sólo mejora la retención de humedad, sino también constituye el detonador principal para el mantenimiento de las funciones básicas de los suelos (ciclaje de nutrientes, hábitat de fauna edáfica, retención de humedad). Las formas de llevar a cabo esta práctica deben adaptarse a las condiciones socioambientales e institucionales de cada sitio.

Cuadro 1. Municipios y años en los que han construido tinas ciegas, en el periodo de 2003 a 2015.

Municipios	Número de años
Tepoztlán	6
Tetéla del Volcán	6
Huitzilac	6
Cuernavaca	5
Totolapan	4
Tlayacapan	4
Temixco	4
Tlalnepantla	3
Tlalquitenango	3
Ocuituco	2
Zacualpan de Amilpas	2
Tlaltizapan	2
Tepalcingo	1
Temoac	1

Fuente: elaboración propia a partir de datos de CONAFOR proporcionados a través de Infomex en 2016.



Figura 2. Implementación de tinas ciegas en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Foto: Jürgen Hoth.

2. Se debe promover la adopción de prácticas, más allá de su fomento únicamente a través de incentivos económicos, debido a que éste será el único medio para lograr que agricultores y productores forestales, incorporen la conservación de suelos en sus sistemas de producción.

Referencias

- Bhagu, R.C., D. Grailot y S. Gaur. 2012. Storm-water management through infiltration trenches. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 138(3):274-281.
- CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2013. *Manual de obras y prácticas de protección, restauración y conservación de suelos forestales*, CONAFOR, México.
- Cotler, H., S. Cram, S. Martínez-Trinidad y E. Quintanar. 2013. Forest soil conservation in central Mexico: an interdisciplinary assessment. *Catena* 104:280-287.
- Cotler, H., S. Cram, S. Martínez-Trinidad y V. Bunge. 2015. Evaluación de prácticas de conservación de suelos forestales en México: caso de las zanjas trinchera. *Investigaciones Geográficas* 88:6-18.
- Critchley, W. y K. Siegert. 1991. *A manual for the design and construction of water harvesting schemes for plant production*. FAO/ONU, Roma.
- Delgado, A.J., A.M. Nearing y W.C. Rice. 2013. Conservation practices for climate change adaptation. *Advances in Agronomy* 121:47-115.
- Dominati, E., M. Patterson y A. Mackay. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem. *Ecological Economics* 69:1858-1868.
- EPA. Environmental Protection Agency. 1999. *Storm water technology fact sheet. Infiltration trench*. USEPA, Estados Unidos de América.
- Hartfield, J.L., T.J. Sauer y J.H. Prueger. 2001. Managing soils to achieve greater water use efficiency: a review. *Journal of Agronomy* 93:271-280.
- Ibáñez, J.J., V.P. Krasilnikov y A. Saldaña. 2012. Archive and refugia of soil organisms: applying a pedodiversity framework for the conservation of biological and non-biological heritages. *Journal of Applied Ecology* 49:1267-1277.
- Minasny, B. y A.B. Mc Bratney. 2017. Limited effect of organic matter on soil available water capacity. *European Journal of Soil Science* 69(1):1-9.
- Pizarro, T., R., J.P. Flores V., C. Sangüesa P. y E. Martínez A. 2004. *Zanjas de infiltración*. Monografías. FDI-CORFO/Universidad de Talca/Estándares de Ingeniería para Aguas y Suelos, Chile.

SAGARPA y COLPOS. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Colegio de Postgraduados. 2009. *Las tinas ciegas*. En: <<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/17%20TINAS%20CIEGAS.pdf>>, última consulta: enero de 2018.

Sarukhán, J. y H. Cotler. 2015. Nos estamos serruchando el piso. *Este País* 287:33-37.

Trueba, A., S. Trueba y M. Anaya. 1981. *Evaluación de la eficiencia de cuatro prácticas mecánicas para reducir las pérdidas de suelo y nutrientes por erosión hídrica en terrenos agrícolas de temporal*. DGSA-SARH, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCION GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Nuestros autores

Abad Fitz, Itzel
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
iti_abadfitz@hotmail.com

Acosta Gutiérrez, Roxana
Universidad Nacional Autónoma de México
roxana_a2003@yahoo.com.mx

Acosta Urdapilleta, Ma. de Lourdes
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
urdapilleta@yahoo.com

Agapito Ocampo, Alma Rosa
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Alagón Cano, Alejandro

Alcalá Martínez, Raúl Ernesto
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
raul.alcala@uaem.mx

Alejandre Grimaldo, Susana
Universidad Nacional Autónoma de México
susygrima@yahoo.com

Almeida Leñero, Lucía Oralia
Universidad Nacional Autónoma de México

Alonso Eguía Lis, Perla Edith
Universidad Nacional Autónoma de México
palonso@tlaloc.imta.mx

Alvarado Rosas, Concepción
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Alvarado, José Luis
Universidad Nacional Autónoma de México
jalvarado.cnar@inah.gob.mx

Amaro Nava, José
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
forestal@morelos.semarnat.gob.mx

Anaya Lira, Maribel
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Angulo Cabello, Adriana
Gobierno del Estado de Morelos

Aranda Sánchez, Jaime Marcelo
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Arellano Arenas, Elizabeth
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
elisabet@uaem.mx

Argote Cortés, Aquiles
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
argote@uaem.mx

Arroyo Quiroz, Inés
Universidad Nacional Autónoma de México
inesaq@crim.unam.mx

Ávalos Hernández, Omar
Universidad Nacional Autónoma de México
omaravalosh@ciencias.unam.mx

Ávila Torresagatón, Luis Gerardo
Universidad Autónoma del Estado de México
luis.avila@uaem.mx

Ayala Enríquez, María Inés
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
ines.ayala@uaem.mx

Ayala García, María del Pilar
Gobierno del Estado de Morelos
mariadelpilar.ayala@morelos.gob.mx

Barrales Alcalá, Bruno Arturo
Universidad Nacional Autónoma de México
bbarrales@ciencias.unam.mx

Bautista Hernández, Silvia
Instituto Politécnico Nacional
sbautistah@ipn.mx

Beltrán López, Gabriela

Beltrán Rodríguez, Leonardo
Universidad Nacional Autónoma de México
leonbeltranrodriguez@gmail.com

Blancas Vázquez, José Juan
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 jose.blancas@uaem.mx

Bolongaro Crevenna Recaséns, Andrea
 Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C.
 andrea.bolongaro@anide.edu.mx

Bonfil, Consuelo
 Universidad Nacional Autónoma de México
 cbonfil@ciencias.unam.mx

Bonilla Barbosa, Jaime Raúl
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 bonilla@uaem.mx

Bonilla Román, Kenia Kiryataim
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 kirbork_24@hotmail.com

Brena Zepeda, Jorge Enrique
 Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
 jbrena@tlaloc.imta.mx

Brito González, Dennia
 Gobierno del Estado de Morelos
 biol.brito@gmail.com

Brito Jiménez, Rubén Eduardo
 Gobierno del Estado de Morelos
 rbritojimenez@gmail.com

Burgos Solorio, Armando
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 burgos@uaem.mx

Bustos-Zagal, María Guadalupe
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 bustosgu@uaem.mx

Caffagni Portillo, Adelmo David
 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
 dcaffagni@conanp.gob.mx

Calleja Martínez, Marco Antonio
 Pontificia Universidad Católica de Chile

Calzada Peña, Leonardo
 Universidad Nacional Autónoma de México

Camacho Ruedas, Juan Pablo
 Universidad Nacional Autónoma de México
 camachoruedasjuanpablo@gmail.com

Cambranis Miñón, José Humberto
 Universidad Guízar y Valencia
 lecambranis@gmail.com

Campo Alves, Julio
 Universidad Nacional Autónoma de México
 jcampo@ecologia.unam.mx

Cancino López, Rodolfo Jonathan
 Universidad Nacional Autónoma de México
 cancinorodolfoj@gmail.com

Cano Santana, Zenón
 Universidad Nacional Autónoma de México

Carrasco Carballido, Patricia Valentina
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 carrasco@uaem.mx

Casasola González, José Arturo
 Universidad de la Sierra Juárez
 casasola@unsij.edu.mx

Castaño Meneses, Rosa Gabriela
 Universidad Nacional Autónoma de México
 gabycast99@hotmail.com

Castellanos Vargas, Iván
 Universidad Nacional Autónoma de México

Castro Bustos, Denis
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 dena_cb@hotmail.com

Castro Campos, Floriely
 Fundación para el Manejo y la Conservación de la Vida
 Silvestre A.C.
 floriely_1405@hotmail.com

Castro Franco, Rubén
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
castro@uaem.mx

Ceccon, Eliane
Universidad Nacional Autónoma de México

Ceja Romero, Jacqueline
Universidad Autónoma Metropolitana
jcr@xanum.uam.mx

Cerros Tlatilpa, Rosa
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
tlatilpa@uaem.mx

Cervantes Ramírez, Laura Tatiana
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
tatianacervantes_rmz@hotmail.com

Chichia González, Josué
Universidad Autónoma Metropolitana
josue.chichia@gmail.com; ceiba.sigmor@gmail.com

Cifuentes Ruiz, Paulina
Universidad Nacional Autónoma de México
paulina.cifuentes@enp.unam.mx

Cobo González, Rosario
Instituto de Estudios para el Desarrollo Rural 'Maya' A.C.
chacacobo@hotmail.com

Cobos Villagrán, Aurora
Instituto Politécnico Nacional
aurora_cobvi@hotmail.com

Contreras MacBeath, Einar Topiltzin
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
topis@uaem.mx

Contreras Ramos, Atilano
Universidad Nacional Autónoma de México
acontreras@ib.unam.mx

Contreras Villaseñor, Tamara Anaii
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
tamara.contreras@cl.ey.com

Córdova Tello, Mario
Instituto Nacional de Antropología e Historia
mariocordova.tello@gmail.com

Corona Sánchez, Lucía
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
csl_ff@uaem.mx

Corona Tejeda, Paulina
Universidad Nacional Autónoma de México
pauliinact@ciencias.unam.mx

Cortes Rodríguez, Juan Antonio
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
bio.juan.r@gmail.com

Cotler Ávalos, Helena
Centro de Investigación en Ciencias de Información
Geoespacial A.C.

Cruz Angón, Andrea
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la
Biodiversidad
acruz@conabio.gob.mx

Cruz Cruz, Efraín
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y
Alimentación
cruzcrue@hotmail.com

Cruz Leal, Jesús Isaac
Universidad Nacional Autónoma de México

De Jesús-Almonte, José María
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
almont13_fenix@hotmail.com

De la Cruz-Félix, Himmler Keynes
Instituto Nacional de Salud Pública

Delgado Hernández, Ofelia
Universidad Nacional Autónoma de México

Díaz Godínez, Gerardo
Universidad Autónoma de Tlaxcala
diazgdo@hotmail.com

Díaz Manjarrez, Marco Antonio
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 marcotono_15@hotmail.com

Díaz Rentería, Laura Paulina
 Computacencer Mexico S.A. C.V.
 lapadire@gmail.com

Domínguez García, Eduardo

Domínguez León, Daniel Edwin
 Universidad Nacional Autónoma de México
 biologiaunamedwin@gmail.com

Dorado Ramírez, Óscar
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 odorado@uaem.mx

Durán Barrón, César Gabriel
 Universidad Nacional Autónoma de México
 cesargdb@gmail.com

Durán Ramírez, Carlos Alberto
 Universidad Nacional Autónoma de México

Espinosa García, Claudia

Figueroa Díaz Escobar, María Fernanda
 Universidad Nacional Autónoma de México
 ffigueroa@ciencias.unam.mx

Flores Armillas, Víctor Hugo
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 victor_bios@hotmail.com

Flores Castorena, Alvaro
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 alvarof@uaem.mx

Flores Fernández, Ada Concepción
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 hada_conny22@outlook.com

Flores Franco, Gabriel
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 gabrielflores@uaem.mx

Flores Morales, Alejandro
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 alexfm@uaem.mx

Folch Mallol, Jorge Luis
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 jordi@uaem.mx

Fragoso González, Carlos Enrique
 Instituto de Ecología A.C.
 carlos.fragoso@inecol.mx

Fuentes Vargas, Liliana
 Gobierno del Estado de Morelos
 liliana.fuentes@morelos.gob.mx

Gadea Noguero, René
 rgn_mar@hotmail.com

Gajá Rodríguez, Servando
 Pequeña Propiedad de Jiutepec A.C.
 servando.gaja@gmail.com

Galicia Castillo, Claudia

Galicia Sarmiento, Leopoldo
 Universidad Nacional Autónoma de México
 lgalicia@igg.unam.mx

Galván González, Luis Gil
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos

García Alfaro, Alma Delia
 Universidad Nacional Autónoma de México
 almagrcalf@gmail.com

García Lara, Feliciano
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 feliciano.garcia@uaem.mx

García Marquina, Iduvina
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 ani_gama21@hotmail.com

García Vázquez, Berenice
 National Geographic
 Berejojutla@hotmail.com

Garza Ocañas, Fortunato
Universidad Autónoma de Nuevo León
fortunatofgo@gmail.com

Gay-González, Alfonso Daniel
Instituto Politécnico Nacional
Espal_1529@hotmail.com

Godínez Rodríguez, Mario Alberto
Instituto Politécnico Nacional

Gómez-Velázquez, Sandra
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

González Acosta, Cassandra

González Brito, Wendy Alicia
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

González Cózatl, Francisco Xavier
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

González Flores, Carlos
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
gonzalez.carlos@conafor.gob.mx

González Flores, Liliana
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
ligoffo@gmail.com

González Quezada, Raúl Francisco
Instituto Nacional de Antropología e Historia
raul_gonzalezq@inah.gob.mx

González Ramírez, Mireya
Universidad Nacional Autónoma de México
mireya.glezn@ciencias.unam.mx

González Santillán, Edmundo
Universidad Nacional Autónoma de México
egs@ciencias.unam.mx

González Soriano, Enrique
Universidad Nacional Autónoma de México
esoriano@ib.unam.mx

González-Rebeles Islas, Carlos
Universidad Nacional Autónoma de México
grebeles@unam.mx

Guerra Páramo, José Gerardo
Faunam A.C.

Guerrero Enríquez, José Antonio
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
aguerrero@uaem.mx

Gutiérrez Carranza, Ishwari Giovanni
Universidad Nacional Autónoma de México

Gutiérrez Trejo, Nayeli
American Museum of Natural History
ngutierrez@amnh.org

Guzmán Gómez, Elsa
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
elsaguzmang@yahoo.com.mx

Guzmán Pozos, Areli Madai
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y
Alimentación
guzman.areli@inifap.gob.mx

Guzmán Ramírez, Nohora Beatriz
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
nohora.guzman@uaem.mx

Hernández Álvarez, María del Carmen
Universidad Nacional Autónoma de México
cha30mx@yahoo.com.mx

Hernández Jordán, Mónica Arantxa
Trillo Ingenieros Consultores S.C
monica.hjordan@gmail.com

Hernández Sánchez, Indira Brunei
Universidad Nacional Autónoma de México
indirabrunei@hotmail.com

Hernández Zamora, Ana Karen
Instituto Politécnico Nacional
anakzamora2412@gmail.com

Ibarra Cerdeña, Carlos N.
Instituto Politécnico Nacional
cibarra@cinvestav.mx

Ibarra-Macías, Ana Cecilia
Universidad Nacional Autónoma de México
ibarraana@hotmail.com

Illescas Núñez, Jimena
Proforest L.T.
illescasnj@gmail.com

Jaramillo Monroy, Fernando
Fundación Biósfera del Anáhuac A.C.
fjm5@hotmail.com

Jiménez Hernández, Héctor Enrique
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
hector.jimenezher@uaem.edu.mx

Jiménez Piedragil, César Daniel
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
jimenez@uaem.mx

Johansen Naime, Roberto Miguel
Universidad Nacional Autónoma de México
naime@ib.unam.mx

Juárez Ayehualtencatl, Misael
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
mijuaye4@hotmail.com

Juárez Delgado, Juan Carlos
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
juancar@uaem.mx

Juárez Mondragón, Alejandra
Universidad para el Bienestar Benito Juárez García
alej73@comunidad.unam.mx

Juárez Sotelo, Luis Enrique
Universidad Nacional Autónoma de México
luis_enri@ciencias.unam.mx

Lanz Mendoza, Cuauhtémoc Juan Humberto
Instituto Nacional de Salud Pública

Lara Núñez, Ana
Universidad Nacional Autónoma de México
laranuz@gmail.com

Ledesma Gallegos, Laura
Instituto Nacional de Antropología e Historia
lauraledesma44@gmail.com

López García, Roberto
Universidad Nacional Autónoma de México

López Gómez, Víctor
Intertek
abies22@yahoo.com.mx

López Marzana, Gabriel Sergio
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
marzana@uaem.mx

López Medellín, Xavier
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
xlmedellin@uaem.mx

López Mora, Ulises
Universidad Nacional Autónoma de México
nxitl00@gmail.com

López Pérez, Sara
Universidad Nacional Autónoma de México
slopez.p@hotmail.com

Lozano García, Marco Antonio
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
lozmarc@hotmail.com

Luna Reyes, María de las Mercedes
Universidad Nacional Autónoma de México
mercedesluna6@gmail.com

Magaña Amador, Gerardo
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
germaga1990@mail.com

Magaña Rueda, Víctor Orlando
Universidad Nacional Autónoma de México
victormr@unam.mx

Maldonado Almanza, Belinda Josefina
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
bely@uaem.mx

Mariles Flores, Verónica
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
mariles.veronica@inifap.gobmx

Marín Ramírez, Amilcar
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
amarin@conafor.gob.mx

Marquez López, Yesenia
Universidad Autónoma Metropolitana

Márquez Torres, José Flavio
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Martínez Alvarado, Domitila
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
domy@uaem.mx

Martínez Arroyo, María Amparo
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
marroyo@inecc.gob.mx

Martínez Carrera, Daniel Claudio
Colegio de Postgraduados
dcarrera@colpos.mx

Martínez Garza, Cristina
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
cristina.martinez@uaem.mx

Martínez Peralta, Concepción
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
concepcion.martinez@uaem.mx

Martínez Silvestre, Javier
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
javier.martinez@profepa.gob.mx

Martínez Trejo, Carla Cynthia Lilia
Gobierno del Estado de Morelos

Mayares Salvador, Dayana Inés
Gobierno del Estado de Guerrero
dayanamayares@gmail.com

Mayén Estrada, Rosaura
Universidad Nacional Autónoma de México
rme2@ciencias.unam.mx

Mayorga Villalobos, Alfredo
Korea University
amayorga.entomology@gmail.com

Medellín Legorreta, Rodrigo Antonio
Universidad Nacional Autónoma de México
medellin@iecolologia.unam.mx

Medina Durán, Jorge Humberto
Texas A&M University
jorgemedinad@tamu.edu

Medrano Vega, Francisco Abel
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
fran@uaem.mx

Mejía Mojica, Humberto
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
humberto@uaem.mx

Mena Jiménez, Fabiola
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
fmj1492@hotmail.com

Méndez Méndez, Melisa Meztli
Huitzil, restauración de ecosistemas y comunidades A.C.
meztziluna@hotmail.com

Mendoza Ruiz, Aniceto
Universidad Autónoma Metropolitana
amrxanum.uam.mx

Menéndez Acuña, Miguel
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Mercado Silva, Norman
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
norman.mercado@uaem.mx

Miranda Sánchez, Fabiola
Massachusetts Institute of Technology
fmiranda@mit.edu

Mojica Guzmán, Áurea Micaela
Universidad Nacional Autónoma de México
aurea@ib.unam.mx

Monroy Martínez, Rafael
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
ecologia@uaem.mx

Monroy Ortiz, Columba
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
columbam@hotmail.com

Montiel Arcos, Elizur
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
elizuramor27@gmail.com

Morales Casique, Eric
Universidad Nacional Autónoma de México
ericmc@geologia.unam.mx

Morales Guadarrama, Daniel Alejandro
Instituto Politécnico Nacional
dalex2607@gmail.com

Morales Hernández, Juan Carlos
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Morales Ramón, Pedro
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
pmorales@conafor.gob.mx

Morayta Mendoza, Luis Miguel
Instituto Nacional de Antropología e Historia
mmoraytamgmail.com

Moreno García, Miguel

Mussali Galante, Patricia
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Nájera Cordero, Karla Carolina
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la
Biodiversidad
knajera@conabio.gob.mx

Naranjo García, Edna
Universidad Nacional Autónoma de México
naranjo@unam.mx

Nava García, Elizabeth
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
elizabeth.nava@uaem.mx

Navarrete Estrada, Francisco Javier
Universidad Nacional Autónoma de México
thevampyre@yahoo.com

Neri Castro, Edgar Enrique
Universidad Nacional Autónoma de México
nericastroedgare@gmail.com

Nigenda Morales, Sergio Fabián
Instituto Politécnico Nacional
snigenda@gmail.com

Núñez Cruz, Martha Adriana
Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica
andivi7@gmail.com

Ocampo Bautista, Fidel
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
fidel.ocampob@uaem.edu.mx

Ocampo Salgado, Marco Antonio
Secretaría de Salud
ocampo.ma@hotmail.com

Olvera Bautista, Jovanny Fernando Yonatan
Universidad Nacional Autónoma de México
nodesistas@ciencias.unam.mx

Ortega Rubio, Sol
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
orsol21@hotmail.com

Ortiz Sánchez, Amanda
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
amanda@uaem.mx

Ortiz Vázquez, Rocío
Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía
y Medio Ambiente A.C.
rocio.ortiz.vzqz@gmail.com

Ortiz Villaseñor, Ana Luisa
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
annaov64@gmail.com

Oswald Spring, Úrsula
Universidad Nacional Autónoma de México
uoswald@gmail.com

Pacheco González, María Fernanda
Gobierno de la Ciudad de México
ferpacheco@ciencias.unam.mx

Palacios Pacheco, Mauricio Ricardo
Instituto Politécnico Nacional
mpalacio@ipn.mx; palacios_maur@hotmail.com

Palacios Vargas, José Guadalupe
Universidad Nacional Autónoma de México
troglolaphysa@hotmail.com

Paredes Lira, Mara Erika

Paz Paredes Camacho, Cintia Lorena
Instituto de Estudios para el Desarrollo Rural 'Maya' A.C.
helllore@hotmail.com

Pech May, Angélica
Instituto Nacional de Medicina Tropical
apechmay@gmail.com

Peña Hurtado, Luis Arturo
Gobierno del Estado de Morelos
laphmx@gmail.com

Peralta Delgado, Netzy
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
peraltanetzy@gmail.com

Pérez Gil Salcido, Ramón
Faunam A.C.
pg7faunam@yahoo.com.mx

Pérez Hernández, Cisteil Xinum
Universidad Nacional Autónoma de México
cxinum@gmail.com

Pérez Pérez, Rosa Emilia
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
emilia.perez@correo.buap.mx

Piceno Marez, Juventino Giovanni
Universidad Nacional Autónoma de México

Pohle Morales, Oscar Mario
Instituto Politécnico Nacional

Puente Uribe, Martha Bárbara
Universidad Nacional Autónoma de México
martha.puente@ciencias.unam.mx

Quiroz Robledo, Luis Nicéforo
Instituto de Ecología A. C.
luis.quiroz@inecol.mx

Ramírez Del Valle, Enya
Wageningen University & Research
enyardv@gmail.com

Ramírez Rodríguez, Rolando
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
rolando@uaem.mx

Ramos Torres, Ricardo Andrés
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
ramost.ricardo@gmail.com

Ramsey Willoquet, Janine Madeleine
Instituto Nacional de Salud Pública
janineramseyw@gmail.com

Raymundo Ojeda, Tania
Instituto Politécnico Nacional
traymundoo@ipn.mx

Razo González, María
 Universidad Nacional Autónoma de México
 maria_razo@hotmail.com

Rebollar Flores, Jhasua

Reyes Amaya, Josue Roberto
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 changosue@gmail.com

Reyes Prado, Humberto
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 humberto.reyes@uaem.mx

Reyes Rodríguez, Pamela Estefanía
 Instituto Politécnico Nacional
 preyesr1002@alumno.ipn.mx

Reyes Santos, Margarita

Rivas González, Juan Manuel
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 manuel.rivas@uaem.mx

Rivera García, Eduardo

Rizo Aguilar, Areli
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 areli.rizo@uaem.mx

Rodríguez de Gante, Carmen
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Rodríguez de Gante, José Luis
 Gobierno del Estado de Morelos
 turismo1jijutepec@hotmail.com

Rodríguez Gallegos, Gustavo
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 gusrodg.onca@gmail.com

Rodríguez Hernández, Rocío
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 rocio.rodriguez@uaem.mx

Rodríguez López, Verónica
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 veronica_rodriguez@uaem.mx

Rodríguez Mirón, Geovanni Miguel
 Universidad Nacional Autónoma de México
 geo20araa@yahoo.com.mx

Rojas Fernández, Patricia
 Instituto de Ecología A.C.
 patricia.rojas@inecol.mx

Rojas Flores, Bárbara María
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 barbara_mrf@hotmail.com

Román Colin, Cyndi Laura
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 cnd.roman@gmail.com

Román Montes de Oca, Erika
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 kikarome17@hotmail.com

Romero Espín, Luz Teresa
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 ltre27@hotmail.com

Romero Mata, Ariana
 Universidad Nacional Autónoma de México
 arianromat@yahoo.com.mx; arinamat@hotmail.com

Romero Niembro, Víctor Manuel
 Grupo Vidanta S.A de C.V.
 romerolagusc@gmail.com

Rosales Barrera, Rebeca
 Secretaría de Salud
 rbk_ros@hotmail.com

Rosas Echeverría, Ma. Ventura
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 maria.rosase@uaem.mx

Ruiz Contreras, Jorge Daniel
 Instituto Politécnico Nacional
 dannielrum@gmail.com

Ruiz López, Cinthia Fabiola
Universidad Nacional Autónoma de México

Ruiz Palacios, Natali
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Saldaña Ramírez, Adriana
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
asaldana@uaem.mx

Sánchez Flores, Claudia Valeria
Gobierno del Estado de Morelos
valeri@tazimor.com.mx

Sánchez Martínez, Fernando
Instituto Nacional de Antropología e Historia
fsanchezmartinez@hotmail.com

Sánchez Méndez, Luis
joseluissanches429@gmail.com

Sánchez Popoca, Abril Daniela
Universidad Nacional Autónoma de México
abril14_91@hotmail.com

Sánchez Saldaña, Kim
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
kim.sanchez@uaem.mx

Sandoval Palacios, Esther
Gobierno de la Ciudad de México
spalacios2912@gmail.com

Santamaría-Araúz, Betzy
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
betzy.santamaria@uaem.mx

Sarmiento Cordero, Mariza Araceli
Gobierno de la Ciudad de México
marizilla@hotmail.com

Sierra Huelsz, José Antonio
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Sigala Rodríguez, Jorge Iván
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
sigala711@gmail.com

Sorani Dalbón, Valentino
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
vsorani@uaem.mx

Sotelo Caro, Ofelia
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
ofelia.sotelo@uaem.mx

Talavera Ortiz, Anaid
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
annto_26@hotmail.com

Tamayo Pérez, Luis
Universidad Autónoma de Querétaro

Téllez Téllez, Maura
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
maura.tellez@uaem.mx

Tello Salgado, Isaac
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
hm_teonanacatl@yahoo.com.mx

Toledo Alvarado, Erandy
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
erandy.toledo.alvarado@gmail.com

Torres Huerta, Brenda
Colegio de Postgraduados
brendth@gmail.com

Torres Rodríguez, Vicente
Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C.
vicente.torres@anide.edu.mx

Tovar Sánchez, Efraín
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Trujillo Jiménez, Patricia
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
trujill@uaem.mx

Tun Ku, Ezequiel
Instituto Nacional de Salud Pública

Urbina-Torres, Fernando
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 urbina@uaem.mx

Uriostegui Velarde, Juan Manuel
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 uriostegui.velarde.jm@gmail.com

Urzua Vázquez, Esmeralda
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 esmeralda_urzua@hotmail.com

Valderrama Blanco, María Brenda
 Universidad Nacional Autónoma de México
 brenda@ibt.unam.mx

Valdez Calderón, Fernando
 Gobierno del Estado de Morelos
 fernando.valdez@morelos.gob.mx

Valdez-Hernández, Juan Ignacio
 Colegio de Postgraduados
 ignaciov@colpos.mx

Valencia Cuevas, Leticia Isabel
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 leticia.valencia@uaem.mx

Valenzuela Aguilera, Alfonso
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Valenzuela Galván, David
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 dvalen@uaem.mx

Valenzuela Garza, Ricardo
 Instituto Politécnico Nacional
 rvalenzg@ipn.mx

Valenzuela González, Jorge Ernesto
 Instituto de Ecología A.C.
 jorge.valenzuela@inecol.mx

Varela Hernández, Fernando
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 fernando.varela@uaem.mx

Vega Badillo, Viridiana
 Universidad Nacional Autónoma de México
 viridiana.vega@st.ib.unam.mx

Velarde Mendoza, Tzintia
 Faunam A.C.

Velázquez Narváez, Carlos Alberto

Vicencio Aguilar, Maricela Elena
 Universidad Nacional Autónoma de México

Villalobos Hiriart, José Luis
 Universidad Nacional Autónoma de México
 hiriart@unam.mx

Villegas Pérez, Isidro
 villegaspi@yahoo.com.mx

Villegas Trejo, Alejandro
 alex_villegas_trejo@hotmail.com

Villegas Villarreal, Elba Cristina
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 elbav@uaem.mx

Vinuesa Fleischmann, Pablo
 Universidad Nacional Autónoma de México
 vinuesa@ccg.unam.mx

Wehncke, Elisabet Verónica
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 lizwehncke@gmail.com

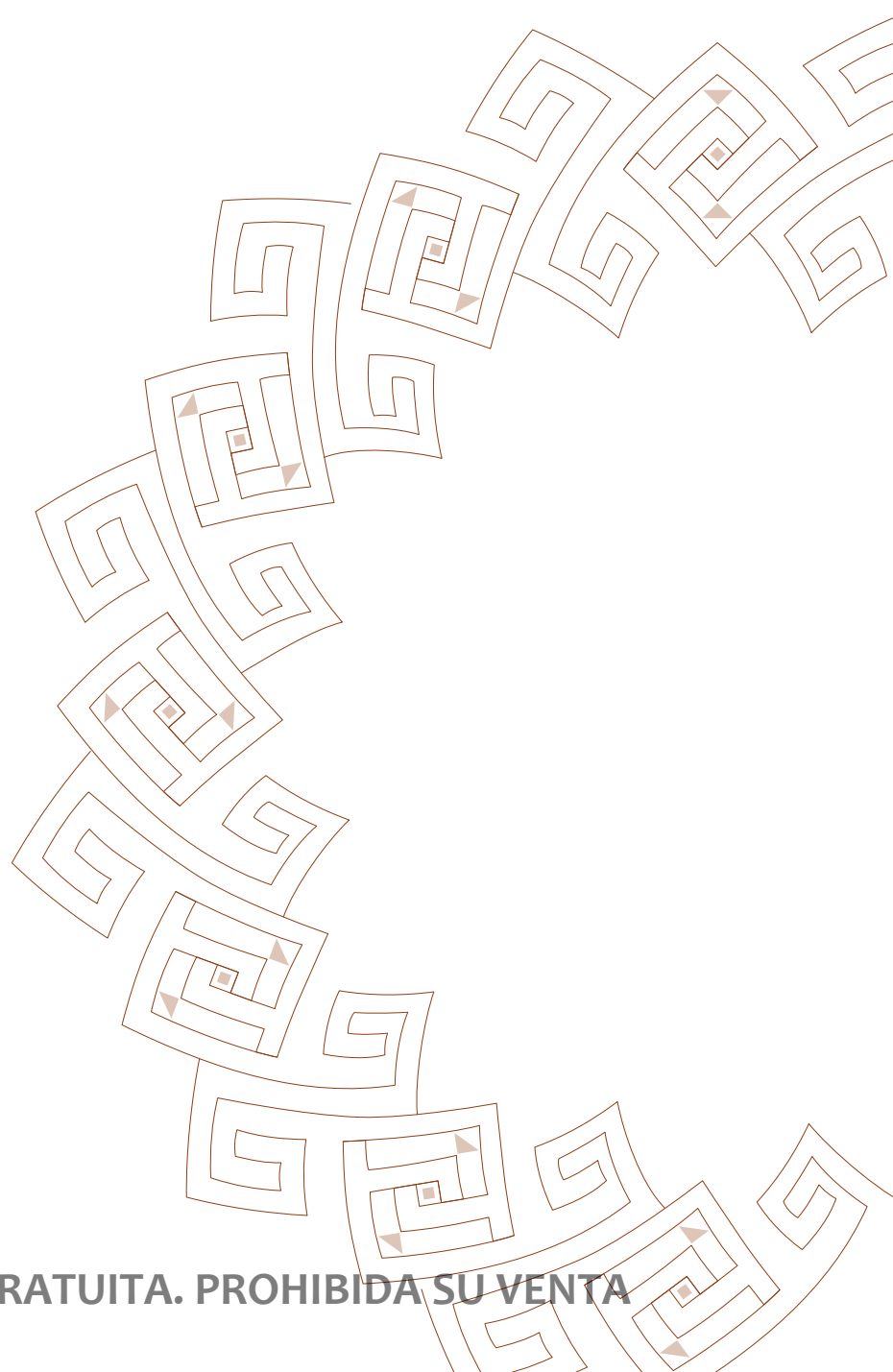
Zaragoza Caballero, Santiago
 Universidad Nacional Autónoma de México
 zaragoza@ib.unam.mx

Zavala Ramos, Perla
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos
 per_zar@hotmail.com

Ziehl Quirós, Etna Carolina
 Universidad Nacional Autónoma de México

Zuluaga Jiménez, Francisco
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
zuluaga.jim@gmail.com

Zurita García, Martín Leonel
Universidad Nacional Autónoma de México
martin.leonel.zurita@ciencias.unam.mx



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Compilación y edición técnicocientífica de las secciones:

Medio físico: Dr. Valentino Sorani Dalbón¹ y Lic. Cyndi Laura Román Colín¹

Sociedad y economía: Dra. Nohora Beatriz Guzmán Ramírez¹ y Dra. Erandy Toledo Alvarado¹

Contexto normativo e institucional: M.C. Liliana González Flores¹ y M.C. Liliana Fuentes Vargas²

Diversidad de ecosistemas: Dra. Elisabet Verónica Wehncke¹ y Dra. Esmeralda Urzua Vázquez¹

Diversidad de hongos: Dr. Ricardo Valenzuela Garza³

Diversidad vegetal: Dra. Rosa Cerros Tlatilpa¹ y M.C. Luis Gil Galván González¹

Universidad Autónoma del Estado de Morelos,¹ Gobierno del Estado de Morelos,² Instituto Politécnico Nacional,³ Universidad Nacional Autónoma de México,⁴ Consultor independiente.⁵

Revisión técnica de textos^a y listas de especies:^b

Inti Burgos Hidalgo^{a,b}

Karla Carolina Nájera Cordero^{a,b}

Diana López Higareda^{a,b}

Griselda Guerrero Márquez^b

Jorge Cruz Medina^b

Agradecimientos:

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, expresa su reconocimiento a todas aquellas instituciones y personas que colaboraron en la elaboración del presente Estudio de Estado, en particular a Topiltzin Contreras MacBeath y Denis Castro Bustos, quienes estuvieron involucrados en etapas iniciales o finales de la elaboración de esta obra.

Forma de citar:

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Morelos. 2020.
La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. CONABIO, México.

Los apéndices de esta obra se encuentran en forma digital en:
<http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios.html>

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Versión digital publicada en agosto de 2020
Familia tipográfica Cronos Pro

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



CONABIO

COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



MORELOS
PODER EJECUTIVO

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA