

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/337745117>

# Biodiversidad y conservación de ecosistemas de la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla

Book · November 2019

CITATIONS

0

READS

1,417

3 authors, including:



**Humberto Reyes Hernández**

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

89 PUBLICATIONS 630 CITATIONS

SEE PROFILE



**Francisco Javier Sahagún Sánchez**

University of Guadalajara

49 PUBLICATIONS 161 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Inventario multitaxonómico: PN El Potosí y RB Sierra del Abra Tanchipa (San Luis Potosí) [View project](#)



CONANP/PROCOCODES/3698/2017 [View project](#)

A photograph of a tropical forest stream. The water is clear and flows over large, moss-covered rocks. The surrounding vegetation is dense and green, with sunlight filtering through the canopy. The overall scene is vibrant and natural.

Humberto Reyes Hernández  
Alejandro Durán Fernández  
Francisco Javier Sahagún Sánchez  
*Coordinadores*

# **Biodiversidad y conservación de ecosistemas de la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla**



Región  
Prioritaria para la  
Conservación

*Xilitla*

**Humberto Reyes Hernández**  
**Alejandro Durán Fernández**  
**Francisco Javier Sahagún Sánchez**  
*Coordinadores*



# **Biodiversidad y conservación de ecosistemas de la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla**



Este libro fue sometido a un proceso de dictaminación por pares académicos externos de acuerdo con las normas editoriales de la UASLP.

## **Biodiversidad y conservación de ecosistemas de la Región Prioritaria para la conservación Xilitla**

Primera edición Octubre 2019

© Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Álvaro Obregón 64, Colonia Centro, C.P. 78000, San Luis Potosí, S.L.P. México.

© Universidad de Guadalajara

Av. Juárez 976, Colonia Centro, C.P. 44100, Guadalajara, Jalisco, México.

Impreso en México.

ISBN: 978-607-535-102-5

# Agradecimientos

A los habitantes de las comunidades de La Trinidad, Coronel José Castillo, Ollita del Pino, Miramar, Soledad de Zaragoza, Cerro Quebrado, El Chalahuite y Tampaxal por su disposición y colaboración para la realización de los trabajos de campo en los estudios y proyectos emprendidos.

Al Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

# Dictaminadores de la Obra

Dr. Álvaro Gerardo Palacio Aponte / Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, UASLP

Dr. Edgar Gregorio Leija Loredo / Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

Dra. Elvia Estefanía López Vera / Universidad Veracruzana

Dr. Gerardo Daniel de León Mata / Instituto Tecnológico Valle del Guadiana

Dr. Jorge Damián Moran Escamilla / El Colegio de San Luis

Dr. Raúl Abel Vaca Genuit / El Colegio de San Luis

## Corrección de estilo

Dra. Elvia Estefanía López Vera

# Autores

**Alejandro Durán Fernández** / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

**Carlos Arturo Aguirre Salado** / Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Carlos Alfonso Muñoz Robles** / Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Carolina Orta Salazar** / Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Claudia Selene Alfaro Medina** / Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Dioselina Estephany Torres García** / Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Erika Galarza Rincón** / Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Francisco Javier Sahagún Sánchez** / Departamento de Políticas Públicas – Cucea – Universidad de Guadalajara

**Humberto Reyes Hernández** / Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Javier Fortanelli Martínez** / Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Jorge Agustín Villordo Galván** / Redes de Apoyo Inteligente y Sostenido AC

**José Arturo De Nova Vázquez** / Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Juan Antonio Reyes Agüero** / Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Obed Godínez Vizuet** / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

**Octavio Cesar Rosas Rosas** / Colegio de Posgraduados, Campus San Luis Potosí

**Sandra Alejandra Montoya Gandarillas** / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

**Tania Lucely Ramírez Palomeque** / Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

# Índice

- 10      **Introducción**  
Humberto Reyes Herández
- 14      **CAPÍTULO 1** Reserva Forestal Nacional Porción Boscosa del estado de San Luis Potosí:  
reflexiones para rescatar el área natural protegida  
Alejandro Durán Fernández
- 32      **CAPÍTULO 2** Dinámica espacio-temporal de la cubierta forestal  
Humberto Reyes Hernández
- 46      **CAPÍTULO 3** Caracterización físico-geográfica del bosque húmedo de montaña  
Dioselina Estephany Torres García, Humberto Reyes Hernández, Carlos Alfonso Muñoz  
Robles y Erika Galarza Rincón
- 60      **CAPÍTULO 4** Avifauna  
Francisco Javier Sahagún Sánchez
- 86      **CAPÍTULO 5** Herpetofauna  
Obed Godínez Vizuet



- 102      **CAPÍTULO 6** Mamíferos silvestres mayores y medianos  
Jorge Agustín Villordo Galván y Octavio Cesar Rosas Rosas
- 114      **CAPÍTULO 7** Biodiversidad, conservación y aprovechamiento de orquídeas  
Tania Lucely Ramírez Palomeque, Claudia Selene Alfaro Medina, Javier Fortanelli  
Martínez y José Arturo de Nova Vázquez
- 132      **CAPÍTULO 8** Participación comunitaria para la conservación del bosque húmedo de  
montaña  
Sandra Alejandra Montoya Gandarillas
- 144      **CAPÍTULO 9** Retos en la implementación de la Norma Mexicana del Carbono en el ejido  
Ollita del Pino  
Carolina Orta Salazar, Humberto Reyes Hernández, Juan Antonio Reyes Agüero y  
Carlos Arturo Aguirre Salado

# Introducción

**Humberto Reyes Hernández**

Los bosques y selvas situados en las regiones tropicales son los biomas terrestres con la mayor diversidad biológica a nivel mundial. Las estimaciones más conservadoras indican que en estos biomas habita más del 50% de los 10 millones de especies de flora y fauna del planeta. Sin embargo, en estas regiones también ocurren las principales transformaciones antrópicas que han modificado paulatinamente la cobertura arbórea original en pastizales y campos cultivo.

En este sentido, la deforestación y la fragmentación de los ecosistemas —dos de los mayores problemas ambientales que enfrenta nuestro país actualmente— podrían considerarse las principales causas de la pérdida de la biodiversidad. La fragmentación de los ecosistemas forestales tiene como consecuencia inmediata la reducción del hábitat de las especies que los albergan (disponibilidad en cobertura y uso), lo que puede ocasionar la extinción parcial o total de poblaciones de aves residentes y mamíferos.

Los datos más recientes indican que en México se pierden anualmente cerca de 91.6 millones de hectáreas de superficie forestal arbolada. Particularmente en la Huasteca Potosina fueron deforestadas más

de 36,200 hectáreas de bosques y selvas durante el periodo 1989-2005; se estima que de mantenerse esta tendencia, para el año 2025 habrán desaparecido cerca de 49,080 hectáreas de superficie forestal arbolada. De todos los ecosistemas, las selvas serán las más afectadas porque perderán hasta un 22% de su superficie actual. Entre las acciones que inciden en el aumento de la deforestación se encuentran la apertura de nuevas áreas para uso agrícola y pecuario, la construcción de vías de comunicación y otras obras de infraestructura urbana.

Para hacer frente a estas y otras afectaciones, las áreas naturales protegidas (ANP) han sido valoradas como el mejor instrumento para conservar la biodiversidad y mantener los beneficios que generan los servicios ecosistémicos. Sin embargo, las áreas protegidas (parques nacionales, reservas de la biosfera, santuarios, etc.) se han confrontado, sistemáticamente, con la escasez de recursos económicos y humanos, lo que afecta la capacidad institucional para lograr con la eficacia requerida una adecuada operación que conduzca al éxito en las tareas de conservación. Cuando estos territorios fueron decretados como áreas protegidas, no se realizaron acciones de seguimiento; tampoco se tuvo en cuenta la presencia de

poblaciones humanas ni la posibilidad de considerar otras alternativas económicas.

En este contexto, el 3 de noviembre de 1923 fue decretada la Reserva Forestal Nacional "Porción Boscosa del estado de San Luis Potosí" (PBSLP) que está ubicada en los municipios de Aquismón y Xilitla, con una superficie total de 29,885 hectáreas. Esta acción buscaba proteger los bosques de niebla y templados, además de las selvas perennifolias de la Sierra Madre Oriental. Dicho decreto se fundamentaba en que:

"el exiguu acervo forestal del país peligraría si no se asegurara con toda previsión el establecimiento de Zonas de Reserva para garantizar la perpetua conservación de la vegetación forestal. Además, que las tierras cubiertas de vegetación forestal al ser destinadas al cultivo agrícola sufrirían trastornos y perturbaciones considerables al ser desmontadas" (DOF, 1923).

A lo largo del siglo pasado, el estatus de la PBSLP fue sujeto a una serie de modificaciones orientadas a lograr una gestión asertiva de los recursos existentes; sin embargo, la mayoría de esos esfuerzos resultaron ser infructuosos.

Actualmente, la PBSLP ha sido denominada "Región Prioritaria para la

Conservación Xilitla" (RPC Xilitla). Las RPC constituyen territorios que se destacan por la presencia de distintos ecosistemas y especies prioritarias, que incluyen especies en categoría de riesgo y endémicas. Además, son regiones que manifiestan una integridad biológica y ecosistémica significativa, así como las condiciones y oportunidades para realizar acciones de manejo y conservación. Desafortunadamente, este tipo de espacios naturales no cuentan con un decreto federal, estatal o municipal, por lo tanto carecen de una poligonal definida, lo que dificulta la ejecución de las iniciativas de conservación.

A lo anterior se suma el hecho de que para la definición de las RPC los criterios son básicamente biológicos, lo cual ha limitado la posibilidad de entender la realidad desde una perspectiva socioecosistémica, a partir de la que se consideren las actividades productivas y económicas del entorno, así como las trayectorias históricas y perspectivas de desarrollo de las comunidades locales para la planeación de su manejo.

En la RPC Xilitla confluyen distintos factores que configuran la realidad actual, incluidos la falta de planes y programas institucionales que promuevan la participación de los distintos actores,

conformados por los pobladores de las comunidades, las organizaciones de la sociedad civil, las instituciones educativas y el sector privado, lo que se suma a la falta de compromiso y escasa participación de las agencias gubernamentales en los diferentes niveles de gobierno. Lo anterior ha generado problemas para la planificación y ejecución de acciones de conservación que permitan la protección eficaz de los ecosistemas en la zona, y ha provocado su degradación y pérdida a lo largo de los años.

Esta situación de incertidumbre jurídica ha derivado en una intensa transformación del paisaje, debido a las actividades antrópicas que han modificado drásticamente los ecosistemas presentes en la zona. Existen registros que indican la pérdida de más del 70% de la superficie forestal que originalmente se pretendía proteger con el decreto del ANP, lo que significa una pérdida de alrededor de 19,024 hectáreas de bosques y selvas. Esto último, alentado por iniciativas para el aprovechamiento forestal en diferentes comunidades, algunas de las cuales desconocen si están o no dentro del polígono de protección original, entre otras cosas.

Asimismo, los estudios realizados señalan que existen áreas con posibilidades de ser conservadas. Es alentador confirmar que, en la última década, los bosques de pino y el bosque húmedo de montaña —situados

en las partes alta de la RPC Xilitla— muestran un proceso de recuperación en su cobertura y por otro lado, existe un incremento en la superficie de terrenos cubiertos por vegetación secundaria arbustiva y leñosa; dichos terrenos podrían ser utilizados como zonas de amortiguamiento para favorecer la conectividad de las coberturas modificadas.

Recientemente, se ha definido un polígono de protección que incluye los ecosistemas mejor conservados; lo que en un futuro a corto plazo podría convertirse en la nueva delimitación de la RPC como un área natural protegida legalmente constituida. Dicho polígono incluye una zona núcleo de 8,137 hectáreas y una zona de amortiguamiento con una superficie de 3,305 hectáreas.

La RPC Xilitla requiere ser conservada y sin duda, la generación de conocimiento de línea base sobre los componentes de la



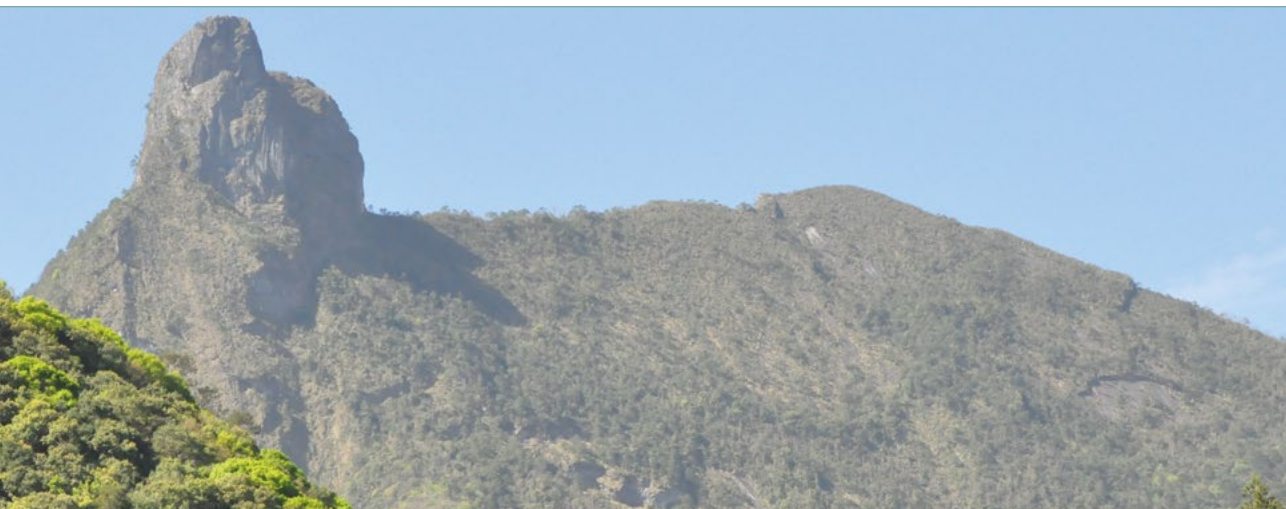
El cerro de La Silleta, ejido Coronel José Castillo, Xilitla

biodiversidad y el contexto en la RPC serán de utilidad para los procesos de toma de decisiones sobre su manejo en el futuro. Por otro lado, se debe buscar la consolidación de un marco legal y jurídico que dé certeza a las acciones de manejo y conservación para las RPC, de forma que se garantice su inclusión en las partidas presupuestarias, para fondar las actividades de manejo y conservación, donde se promueva, además, la innovación para la mejora de los planes y programas específicos para la protección eficaz de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos con los que cuentan.

Esta obra es un primer esfuerzo que busca compilar los trabajos más actuales y sobresalientes realizados en el ANP. El libro incluye una descripción de los aspectos biofísicos e institucionales de la RPC Xilitla y da cuenta de los procesos de cambio y

modificaciones que se han presentado en la región; posteriormente se destacan algunos de los componentes de su biodiversidad incluida la caracterización del bosque húmedo de montaña, así como de la avifauna, la herpetofauna y los mamíferos silvestres mayores y medianos que se han registrado para la zona. Por último, se abordan aspectos sobre el aprovechamiento de los recursos naturales, en particular de las orquídeas y otros relacionados con la importancia de la participación comunitaria para avanzar en la construcción de la RPC como un área de importancia ambiental que debe ser conservada, como parte del capital natural para las generaciones presentes y futuras.

San Luis Potosí, 2019



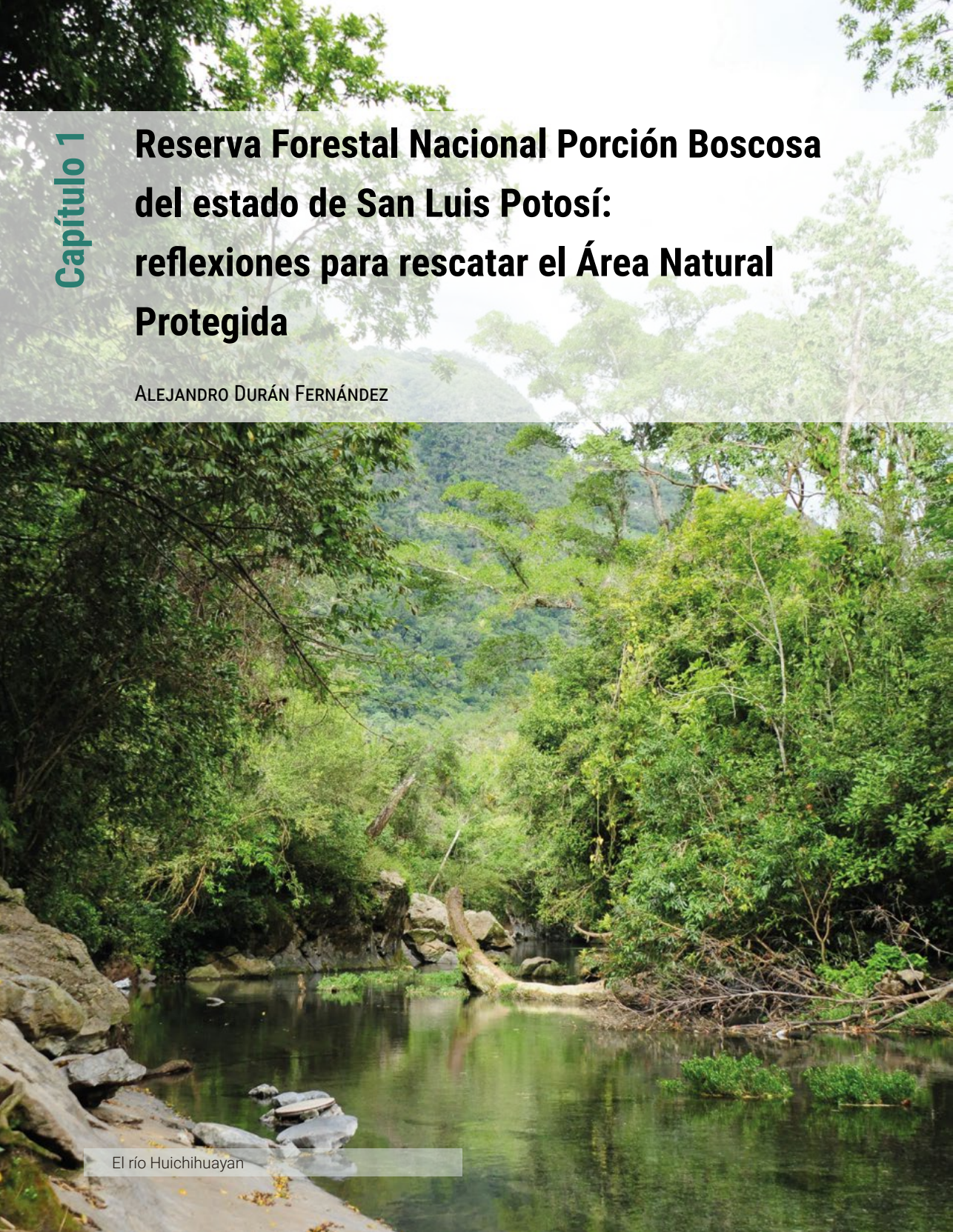


## Capítulo 1

# Reserva Forestal Nacional Porción Boscosa del estado de San Luis Potosí: reflexiones para rescatar el Área Natural Protegida

ALEJANDRO DURÁN FERNÁNDEZ

El río Huichihuayan



La Porción Boscosa del estado de San Luis Potosí fue decretada como Reserva Forestal Nacional en 1923, con una superficie de 29,885 hectáreas; dicho espacio se conoce actualmente como Región Prioritaria para la Conservación Xilitla. Las distintas iniciativas y acciones de planeación —orientadas al manejo y conservación de los ecosistemas y su biodiversidad— fueron insuficientes para contener los procesos de deterioro ambiental: las actividades productivas con una larga tradición regional han provocado la pérdida de más del 70% de los bosques y selvas. Por lo anterior, a casi 100 años de su decreto, es imperativo incrementar los esfuerzos para el resguardo del bosque mesófilo de montaña y de los bosques mixtos de encino y pino; así como definir su estatus como área protegida. Estos remanentes forestales en buen estado de conservación albergan diversas especies endémicas de flora y fauna silvestre, que hoy en día se encuentran amenazadas y en peligro de extinción; a pesar de que generan servicios ecosistémicos para el beneficio de la población humana.

### Antecedentes

En 1923 la Porción Boscosa del estado de San Luis Potosí (PBSLP) abarcaba una superficie de 29,885 hectáreas, localizadas en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, al sureste del estado, entre los municipios de Xilitla y Aquismón (DOF, 1923). El decreto de las reservas forestales durante el mandato del presidente Álvaro Obregón se fundamentaban en la responsabilidad del Estado para: “velar por la conservación y debido aprovechamiento de los recursos del país [...] Que nuestro exiguo acervo forestal peligraría si no se asegura con toda previsión el establecimiento de zonas de reserva para garantizar la conservación de la vegetación forestal” (DOF, 1923).

Ante el descuido del Estado mexicano para regular las áreas bajo su protección, en el transcurso de casi un siglo se ha recurrido a múltiples intentos por refrendar el decreto de Área Natural Protegida (ANP); esto con el propósito de asegurar la conservación de sus ecosistemas y la biodiversidad que

albergan. Así, en el año 2000 se decretó el acuerdo marco de coordinación para transferir la administración de la PBSLP al Gobierno del estado de San Luis Potosí (DOF, 2000); pero dicha entrega no concluyó y el acuerdo fue derogado. En el 2003 se publicó el aviso sobre el estudio técnico justificativo para crear el ANP en la Sierra de la Silleta, con el carácter de Reserva de la Biosfera, con una superficie de 13,172 hectáreas dentro del municipio de Xilitla, San Luis Potosí (DOF, 2003; Grupo Ecológico Sierra Gorda, 2003); no obstante, esa acción tampoco fue ejecutada.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), desde el año 2009 y hasta el año 2018, definió como una prioridad la protección de la biodiversidad y el desarrollo sostenible de las comunidades rurales que habitan la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla (RPC Xilitla), que se ilustra en la figura 1. La propuesta consideraba el límite municipal de Xilitla como área para la aplicación de incentivos fiscales, destinados a los dueños y poseedores legales de las tierras;



específicamente para el desarrollo de proyectos de conservación, restauración de ecosistemas y proyectos productivos (DOF, 2009).

En este contexto, se sumaron otras propuestas para incorporar la PBSLP/RPC Xilitla a los esquemas de conservación nacional, como la iniciativa del Corredor Ecológico Sierra Madre Oriental impulsada por la CONANP y la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ, por sus siglas en alemán) (CONANP, 2010; Mesomaya, 2010; CONANP-GIZ, 2013; CONANP, 2015).

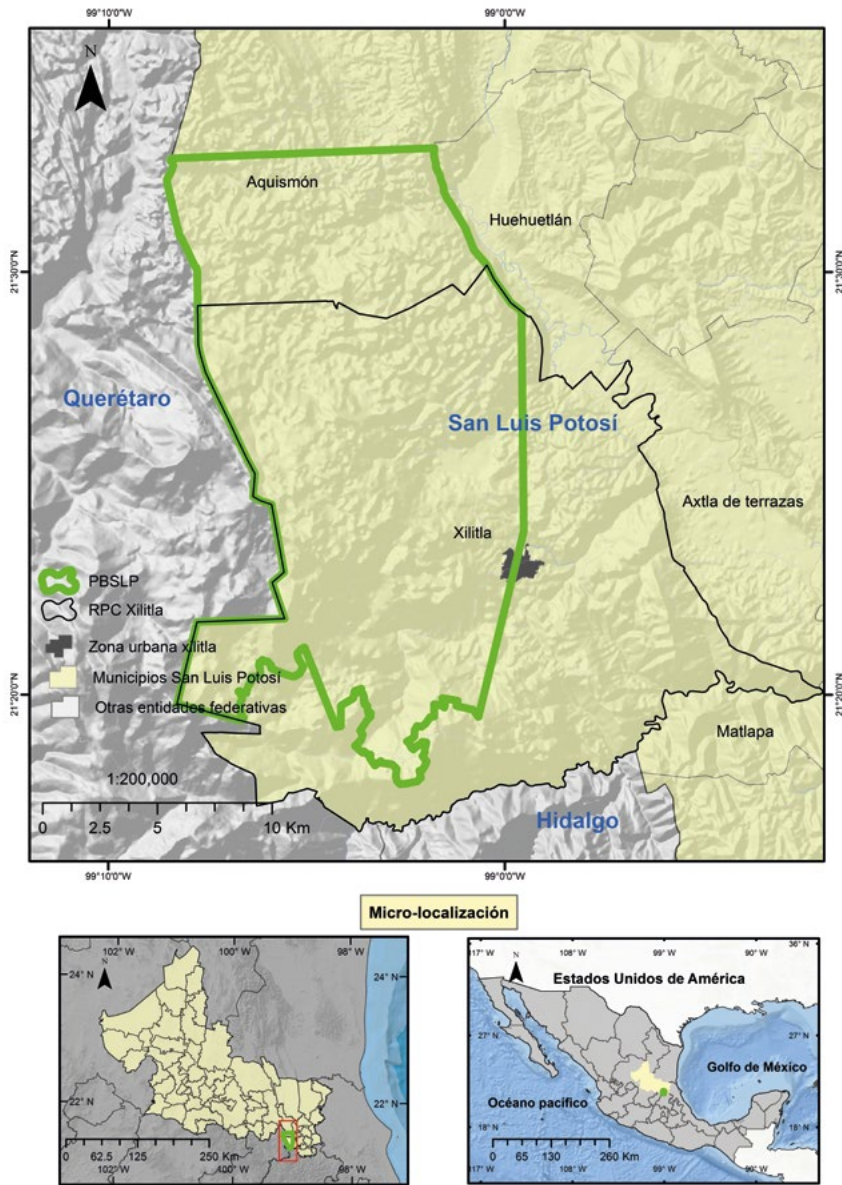
Otros estudios han documentado la importancia de este espacio natural y propuesto varias formas para delimitarlo. Por ejemplo, el recuento de 151 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP); entre ellas, se enlista la RTP-101 Sierra Gorda-Río Moctezuma, con una superficie de 866,000 hectáreas, que incluye a Xilitla y a otros municipios de la Huasteca Potosina (Arriaga *et al.*, 2000). Otro ejemplo es el diseño del sistema nacional de información sobre biodiversidad (Koleff *et al.*, 2009), basado en modelos de distribución de especies en hexágonos de 256 km<sup>2</sup>, denominados Sitios Prioritarios Terrestres; entre ellos se ha identificado un hexágono de mediana prioridad que corresponde casi totalmente a la PBSLP. Por su parte, el estudio sobre áreas prioritarias para el manejo y conservación en el estado de San Luis Potosí definió una zona de 77,169 hectáreas, denominada Bosque Mesófilo Meridional, cuyos límites coinciden con el ANP (Loa *et al.*, 2009).

## Características de los ecosistemas de la PBSLP/RPC Xilitla

La región forma parte de la subprovincia fisiográfica Carso Huasteco, que se caracteriza por un paisaje de relieve montañoso con altitudes que fluctúan entre los 750 y 2,800 metros. Esta unidad orográfica está conformada por un conjunto de sierras altas con laderas muy abruptas de estratos plegados con rocas sedimentarias de origen kárstico que fueron comunes durante el Cretácico Inferior; por lo que abundan las dolinas, grutas y cavernas originadas por la disolución de las rocas (INEGI, 2002-2017). El área registra algunos arroyos intermitentes y acuíferos que forman parte de las subcuencas del drenaje subterráneo del río Axtla; así como de las cuencas de los ríos Tamuín y Moctezuma, respectivamente: ambos pertenecientes a la gran región hidrológica Pánuco.

Los suelos predominantes son el luvisol crómico y, en menor medida, las rendzinas. Los dos tipos están adaptados a la compleja orografía de la región: el primero —de origen residual y coluvial— es derivado de roca caliza, que particularmente es muy fértil por su alto contenido de materia orgánica con arcillas revestidas de óxido de hierro; dichas arcillas son deshidratadas en periodo húmedo, por lo que adquieren una característica coloración rojiza (crómico). El segundo tiene potencial agrícola, pero está limitado por su poca profundidad y por su alta pedregosidad: puede contener una gran cantidad de material calcáreo (INEGI, 2002-2017).

FIGURA 1. LÍMITES DE LA RESERVA FORESTAL NACIONAL PORCIÓN BOSCOSA DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ (PBSLP)/REGIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN XILITLA (RPC XILITLA)



Fuente: Geogr. Blanca M. Vázquez Villa a partir de la descripción toponímica según el DOF de 1923, trabajo de campo y consulta con habitantes locales para la verificación de vértices.

El relieve heterogéneo y la altitud de la sierra ejercen una marcada influencia sobre el clima, con dos variaciones bien definidas: en la parte media de la sierra predomina un clima semicálido-húmedo, con temperaturas de 18° a 30° C y con lluvias la mayor parte del año que alcanzan 2,500 milímetros. En mayores altitudes, el clima se torna templado-húmedo, con temperaturas más bajas que oscilan entre 16° y 19° C, con presencia de heladas en el periodo noviembre-enero y con precipitaciones de 1,500 milímetros (INEGI, 2002-2017).

### Ecosistemas y especies de interés para su conservación

La convergencia de los factores físico-geográficos citados anteriormente caracteriza ecosistemas tales como el bosque mesófilo de montaña (BMM), considerado como uno de los más restringidos y vulnerables en México porque está sujeto a un fuerte proceso de deterioro y fragmentación debido a las actividades humanas (Miranda y Sharp, 1950; Rzedowski, 1965-1978-1996; Puig, 1991; Leija *et al.*, 2011).

Este tipo de bosque es rico en especies de flora y fauna silvestres, que comparten ambientes templados muy húmedos en zonas montañosas; así como frecuentes neblinas y alta humedad. El estrato arbóreo es hasta de 30 metros de altura, con una mezcla de árboles perennifolios como caducifolios. Mantiene una fisonomía verde y elementos distintivos como encinos (*Quercus germana*,

*Q. sartorii*, *Q. lancifolia*), magnolia (*Magnolia schiedeana*), cedro prieto (*Podocarpus rechei*), vidrioso (*Dendropanax arboreus*), sahumero (*Liquidambar styraciflua*), *Taxus globosa*, *Ulmus mexicana*, *Oreopanax xalapense*, *Tilia mexicana*, *Junglas hirsuta*; del mismo modo, alberga asociaciones vegetales como pteridofitas, orquídeas, bromelias, líquenes, musgos, plantas rupícolas y hongos.

Los bosques mixtos de encinos y pinos comparten afinidades ecológicas generales. Entre los encinares se distinguen especies como *Quercus affinis*, *Q. excelsa*, *Q. crassifolia* y *Q. xalapensis*; entre las coníferas están el pino (*Pinus greggii*), pino lacio (*P. patula*), ocote (*P. teocote*), el oyamel (*Abies guatemalensis*) y el cedro blanco (*Cupressus lusitánica*). Estas asociaciones vegetales prosperan en los pisos altitudinales superiores de las montañas de Xilitla (Puig, 1991; Rzedowski, 1965-1978; INEGI, 2002-2017).

Aunque no se dispone de un inventario completo sobre la flora y fauna silvestre, se estima que la región alberga una importante riqueza biológica: 307 especies de plantas vasculares específicas de la región (Nova *et al.*, 2015). También se han herborizado y registrado 187 especies para esta misma zona (García *et al.*, 2016). Entre las especies distintivas destacan: *Magnolia dealbata*, *M. rzedowskiana*, *Cyathea mexicana*, *Pinguicula calderoniae*, *P. martinezii*, *Clethra pringlei*, *Sedum jeredowskii*, *Berberis hartwegii*,



*Pictaria ringens*, *Geranium campanulatum*, *Trigidia potosina*, *Isochilus unilateralis* y *Begonia xilitlensis*. Asimismo, se han descrito 47 especies de orquídeas; lo que distingue a esta región como la que aloja la mayor riqueza de especies de la familia Orchidaceae en el estado de San Luis Potosí (Alfaro-Medina et al., 2017).

Con referencia a la fauna, 109 especies de mamíferos habitan la provincia Sierra Madre Oriental (Martínez de la Vega et al., 2016), de las cuales al menos el 30% se distribuyen en los remantes forestales de la PBSLP/ RPC Xilitla. Davis (1952) registro unas 230 especies de aves invernales en el área que corresponde a la RPC Xilitla. Recientemente, aunque Sahagún et al., (2013) solo registraron 125 especies de aves sigue considerándose que la región es relevante por los nichos potenciales que podrían albergar entre 35 y 50 % del total de aves registradas para la Sierra Madre Oriental. Por su parte, Cruzado y Salinas (2017) documentan la presencia de 127 especies de aves en el ejido La Trinidad, Xilitla. Respecto a los anfibios y reptiles, Lemos y Dixon (2013) reportan alrededor de 60 especies. Posteriormente, Godínez (2018) documentó 33 especies más de interés para su conservación.

De la Maza y White (1990) habían registrado alrededor de 500 especies de lepidópteros o mariposas, incluidas varias especies endémicas para la región. Tiempo después se enlistaron 13 géneros de hormigas (Carrillo et al., 2015); de igual

forma, hasta 205 especies y 39 familias de arañas araneomorfas (Rivera et al., 2016).

Algunas especies representativas de la región se enlistan a continuación: venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), temazate (*Mazama temama*), pecarí de collar (*Pecari taja*), jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), gato montés (*Lynx rufus*), tigrillo (*Leopardus pardalis*), ocelote (*L. wiedii*), musaraña (*Cryptotis parva pueblensis*), sapo excavador mexicano (*Rhynophynus dorsalis*), salamandra (*Chiropetrotriton magnipes*), rana arborícola mexicana (*Smilisca baudinii*), ranita de hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*), sapo excavador mexicano (*Rhynophrynus dorsalis*), tortuga de Guadalupe (*Trachemys venusta*), largartija espinosa (*Sceloporus variabilis*), abaniquillo (*Anolis petersii*), mazacuata (*Boa constrictor imperator*), serpiente de coral (*Micrurus tener*), nahuyaca (*Bothrops asper*), guacamaya verde (*Ara militaris*), gavilán rastrero (*Circus hudsonius*), cernícalo americano (*Falco sparverius*), perico mexicano (*Psittacara holochlorus*), carpintero cheje (*Melanerpes aurifrons*), carpintero moteado (*Sphyrapicus varius*) codorniz coluda o chivizcoyo (*Dendrotyx barbatus*) (Dalquest, 1953; Ramírez et al., 2004; Villordo, 2009; Lemos y Dixon, 2013; Olivares et al., 2017; Godínez, 2018).

Los registros corresponden a 67 taxones notables o especies de interés especial. Para su protección a escala nacional y mundial se han organizado en cinco grupos taxonómicos: 23 especies de plantas, 19

de aves, 15 de reptiles, siete de mamíferos y tres de anfibios (anexo 1). Los taxones registrados pertenecen a tres categorías en riesgo, con base en la Norma Oficial Mexicana (DOF, 2018b): 42% del total de las especies están sujetas a protección especial, 34% son especies amenazadas y el 24% restante son especies en peligro de extinción. De acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2019), dichos taxones pertenecen a las siguientes categorías: 55% de las especies son de preocupación menor, 17% no están consideradas en la lista de especies amenazadas, 15% son vulnerables, 7% se encuentra en peligro y el 6% corresponde a la categoría de casi amenazadas.

La importancia de la RPC Xilitla se debe también a la captación y recarga de acuíferos, que distribuyen sus recursos hídricos a toda la región del río Pánuco. Además, es una zona que captura y produce importantes cantidades de carbono y oxígeno, por lo que genera estabilidad climática a escala regional. Algunas estimaciones de captura de carbono indican que en dicha región existe un acervo de 7,073,176 tCO<sub>2</sub>e<sup>1</sup> en promedio; a su vez, su potencial de captura es de 275,085 tCO<sub>2</sub>e/año<sup>2</sup> en bosques mixtos de pino-encino, bosque mesófilo de montaña

y remanentes de selva alta perennifolia y mediana subperennifolia (Balderas, *et al.*, 2014).

### Valores de conservación

Los valores de conservación que justifican la protección de los últimos relictos de la PBSLP/RPC Xilitla son:

- Últimos reductos compactos de BMM, bosques mixtos de encino y pino en buen estado de conservación.
- Diversidad de especies endémicas de flora y fauna silvestres, amenazadas y en peligro de extinción a escala nacional.
- Generación de servicios ecosistémicos como captación e infiltración de agua de lluvia y recarga a mantos acuíferos; captura y almacenamiento de bióxido de carbono; producción de oxígeno y estabilidad climática.
- Monumentos de excepcional belleza escénica, que constituyen un gran atractivo para el desarrollo de actividades turísticas, tales como: observación de la vida silvestre y difusión de proyectos educativos para la conservación; además de otras relacionadas con el disfrute y valoración de la naturaleza.

### Amenazas para su conservación

Las principales amenazas de riesgo de origen antrópico que comprometen la conservación

1 Es la cantidad de carbono en un reservorio medido en toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e); esto es, el monto de CO<sub>2</sub> que un bosque retiene de la atmósfera.

2 Es una estimación de cuánto bióxido de carbono, medido en tCO<sub>2</sub>e, puede absorber un bosque de la atmósfera y almacenar en su biomasa durante un periodo de tiempo determinado, por ejemplo, por año.

de los ecosistemas, así como la biodiversidad que albergan y la merma de los servicios ecosistémicos que generan, son:

- Eliminación de la vegetación forestal para dedicar el suelo a la producción – específicamente a través de cosechas agrícolas, así como la ganadería de bovinos y ovinos– y al establecimiento de praderas forrajeras con gramíneas introducidas.
- Acaecimiento de incendios forestales fuera del régimen natural, por el uso inadecuado del fuego en actividades agrícolas y pecuarias.
- Presencia de plagas y enfermedades, que dañan a la flora y fauna silvestre.
- Extracción selectiva, masiva y constante de especies silvestres de flora y fauna para su comercialización ilegal.
- Crecimiento sin control territorial, que induce a la colonización de tierras forestales y a la ampliación de las zonas urbanas.
- Uso irracional del agua en manantiales y arroyos que deteriora la calidad, disponibilidad y recarga.
- Falta de cultura por la conservación de la naturaleza.

## Propuesta para rescatar la PBSLP/RPC

### Xilitla

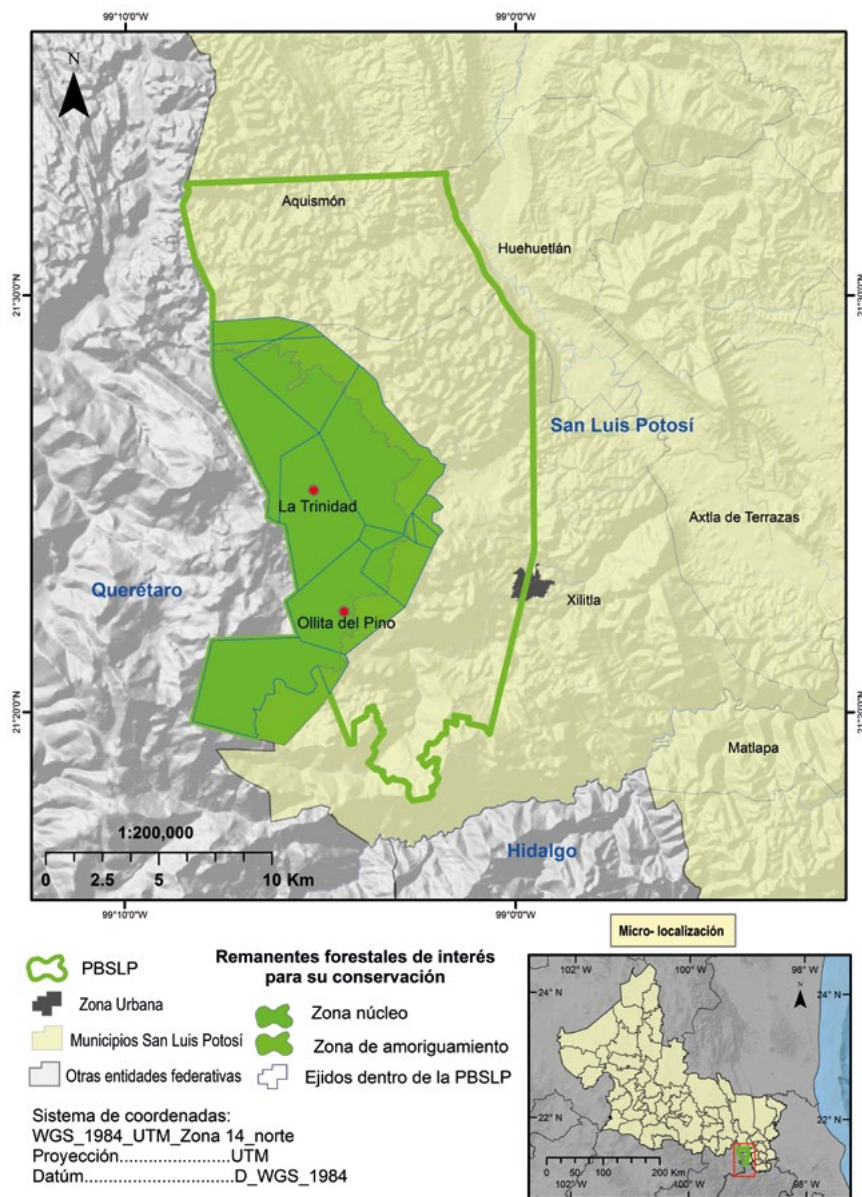
: Los esfuerzos de planeación y las capacidades desarrolladas para el manejo de la PBSLP/RPC Xilitla no han generado acciones específicas para revertir los procesos de degradación y fragmentación de los ecosistemas. Además de que este espacio de interés para la conservación no

ha sido definido como ANP, por lo que no se ha podido frenar la pérdida de más del 70% de los bosques y selvas que originalmente se buscaba proteger (Reyes *et al.*, 2016); tal indefinición territorial impide su adecuada conservación.

En este escenario, es posible que se acentúen los conflictos socioambientales y se incremente el escepticismo sobre la protección del área. Por ello, se requiere que converjan al menos tres aspectos fundamentales para su protección y cuidado: 1) certeza jurídica como ANP para proceder con la aplicación estricta de leyes, normas y demás disposiciones reglamentarias; 2) interés público que respete la naturaleza, al tiempo que se valoren los bienes y servicios ecosistémicos que generan dichas áreas para el desarrollo humano y; 3) manejo y aprovechamiento responsable de los recursos naturales, con el fin de mejorar los medios de vida locales.

Ante estos desafíos, se abre una oportunidad para reformar y decretar lo que aún queda de la PBSLP. Su conservación está fundamentada en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEEGPA); particularmente su establecimiento, administración y manejo como ANP bajo alguna de las categorías (Reserva de la Biosfera, Área de Protección de Recursos Naturales, Área de Protección de Flora y Fauna); incluida la modalidad de Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (figura 2) (DOF, 2018a). Al respecto, se ha

FIGURA 2. DELIMITACIÓN DE LAS COBERTURAS FORESTALES QUE JUSTIFICAN LA CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ORIGINALES QUE CONFORMABAN LA PBSLP



Fuente: Elaborado a partir de Reyes *et al.* (2016).

reportado una superficie de 11,442 hectáreas de BMM y bosques templados de pino y encino en buen estado de conservación, resguardados por lo abrupto del macizo montañoso (Reyes *et al.*, 2016). Igualmente, se ha definido una zona núcleo de 8,137 hectáreas y un área de amortiguamiento de 3,305 hectáreas, con relictos dispersos de bosques con potencial para ser rehabilitados.

El área propuesta forma parte de un mosaico de paisajes humanizados con una larga historia de ocupación, densamente poblados y con alto grado de marginación; esto se alterna con rodales fragmentados de vegetación secundaria, con distintos años en descanso o barbecho. En este sentido, los esquemas de conservación de especies, subespecies y variedades vegetales agrícolas de la agrobiodiversidad podrían contribuir al mejoramiento de las necesidades nutricionales y a las preferencias culinarias de la población rural que habita estos espacios.

## Conclusiones

Los últimos remanentes compactos de la parte alta de la sierra —cubiertos por bosque mesófilo de montaña y bosques templados de pino y encino que originalmente pretendían ser preservados—requieren protección para alcanzar un buen estado de conservación de la diversidad de especies endémicas que albergan —como la flora y fauna silvestres amenazadas— y para generar servicios ecosistémicos.

Resulta relevante que, bajo los esquemas de conservación vigentes, los medios de vida de la población rural y los dueños legales de las tierras muestren signos evidentes de mejora en los aspectos social y económico. Cabe resaltar que los habitantes de esta región dependen directamente de la conservación y manejo de los recursos naturales para su propia subsistencia; por lo que el desarrollo de las comunidades rurales ayudaría a mitigar las amenazas a la conservación y reduciría el deterioro ambiental.

Para ello, es importante promover modelos de gobernanza que consideren la participación comunitaria de actores sociales interesados en la conservación. Se advierte que es impostergable que se reformen, revaliden y decreten como área natural protegida los relictos de la PBSLP para que la nación ejerza su soberanía.

## Referencias

- Alfaro, M. C. S., P. T. L. Ramírez y M. J. Fortanelli (2017), *Orquídeas de Xilitla*, San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Arriaga, L., J., M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coords.) (2000), *Regiones terrestres prioritarias de México*, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Balderas-Torres, A., D. Patrick-Ross, J. C. Hernández-Ramírez y H. del Alba-Martínez (2014), *Determinación de acervos y potencial de carbono en la Región Prioritaria para la Conservación*



- Xilitla. Informe Final elaborado para la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*, México: Consultores HEES / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas / Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. México, D. F. [informe inédito].
- Carrillo-Vergara, E. J., J. L. Chicas-Martínez, C. Galindo-Galindo y L. Ríos-Casanova (2015), "Comparación de la riqueza de los géneros de hormiga de dos sitios del municipio de Xilitla". En: *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología*, núm. 1, México: Sociedad Mexicana de Entomología, 100-102.
- CONANP-GIZ (2013), *Programa de Adaptación al Cambio Climático Región Central de la Sierra Madre Oriental*, México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas / Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.
- CONANP (2010), *Estudio previo justificativo para el establecimiento del área natural protegida reserva de la biosfera corredor ecológico Sierra Madre-Huasteca Potosina ubicada en el estado de San Luis Potosí*, México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- CONANP (2015), *Estrategia regional noreste y Sierra Madre Oriental 2015-2020*, México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas / Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Cruzado-Cortés J. y M. M. Salinas-Rodríguez (2017), *Monitoreo participativo de aves de interés para la conservación en la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla. Informe Final elaborado para la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. San Luis Potosí. [informe inédito].
- Dalquest, W. W. (1953), *Mammals of the Mexican state of San Luis Potosi*, Louisiana: State University / Biological Sciences Series.
- Davis, L. I. (1952), "Winter bird census at Xilitla, San Luis Potosi, Mexico". En: *The Condor: Ornithological Applications*, 54 (6), 345-355.
- De la Maza E. R. y A. White (1990), "Rhopalocera de la Huasteca Potosina, distribución, composición, origen y evolución". En: *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 13 (2), 31-88.
- De Nova-Vázquez, J. A. (2015), *Inventario florístico del relicto de bosque de niebla de la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla, San Luis Potosí. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Informe Final elaborado para la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*, San Luis Potosí [informe inédito].
- DOF (1923), "Acuerdo declarando reservas forestales con carácter de inalienables e imprescriptibles, distintas porciones arboladas de la República: Porción boscosa del estado de San Luis Potosí". En: *Diario Oficial de la Federación*, 25 (53), 765-766.
- DOF (2000), "Acuerdo marco de coordinación que suscriben la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y el Estado de San Luis Potosí, con el objeto de establecer las bases para transferir la administración de las siguientes áreas naturales protegidas: reserva forestal nacional porción boscosa del Estado de San Luis Potosí Xilitla; parque nacional El Potosí; parque nacional El Gogorrón; zona de protección forestal y refugio de la fauna silvestre Sierra de Álvarez; zona de protección forestal y refugio de la fauna silvestre Sierra La Mojonera, y la reserva de la

- biosfera Sierra del Abra Tanchipa". En: *Diario Oficial de la Federación*. Tomo DLXII. Núm. 19 (Primera sección) 3-8
- DOF (2003), "Aviso por el que se informa al público en general que están a su disposición los estudios realizados para justificar la expedición del Decreto por el que se pretende declarar como área natural protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera Sierra de la Silleta, Municipio de Xilitla, S.L.P.". En: *Diario Oficial de la Federación*. Tomo DXCVIII. Núm. 8 (Primera sección) 4
- DOF (2009), "Acuerdo por el que se establecen las reglas de operación del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES)". En: *Diario Oficial de la Federación*. Tomo DCLXXV. Núm. 20 (Novena sección) 41-89
- DOF (2018a), "Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente". En: *Diario Oficial de la Federación*. Última reforma publicada DOF 05-06-2018. Disponible en línea [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148\\_050618.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf)
- DOF (2018b), "Proyecto de modificación del anexo normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010". En: *Diario Oficial de la Federación*. Tomo DCCLXXIX. Núm. 10 (Segunda sección) 1-96
- García-Rubio, O. R., H. Luna-Soria, H. A. Castillo-Gómez, G. Velázquez-Aguilar, M. Sosa-Álvarez y V. Martínez-Espinoza (2016), *Distribución y estado de conservación de especies vegetales en riesgo de la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla*. Universidad Autónoma del Estado de Querétaro. *Informe Final elaborado para la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*, Querétaro: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [informe inédito].
- Godínez-Vizuet, O. (2018), *Monitoreo de la diversidad biológica en la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla. Informe Técnico*, San Luis Potosí: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [informe inédito].
- Grupo Ecológico Sierra Gorda (2003), *Estudio previo justificativo para el establecimiento de un área natural protegida en la Sierra de La Silleta, municipio de Xilitla, estado de San Luis Potosí. Grupo Ecológico Sierra Gorda. I. A. P. Jalpan de Serra*, Querétaro. [informe inédito].
- INEGI (2002), *Síntesis de información geográfica del estado de San Luis Potosí + Cartografía escala 1: 700,000*, Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI (2017), *Anuario estadístico y geográfico de San Luis Potosí 2017*, Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en línea: [https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/SLP\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/SLP_ANUARIO_PDF.pdf)
- IUCN (2019), *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1*. Disponible en línea: <https://www.iucnredlist.org/es/> . Consultado el 21 de marzo 2019.
- Koleff, P., M. Tambutti, I. March, R. Esquivel, C. Cantú y A. Lira-Noriega (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*, 2, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 651-718.
- Leija-Loredo, E. G., H. Reyes-Hernández, J. Fortanelli-Martínez y G. Palacio-Aponte (2011), "Situación actual del bosque de niebla en el estado de San Luis Potosí". En: *Investigación y Ciencia*, 53, 3-11.
- Lemos-Espinal, J. A. y J. R. Dixon (2013), *Amphibians and reptiles of San Luis Potosí. Eagle Mountain Publishing. Utah*, EE.UU.
- Loa Loza E., M. D. Sánchez Hermosillo, J. G. Torres Jiménez, O. C. Rosas Rosas y M. S. Sierra Rivera (coords.) (2009), Áreas prioritarias para el manejo y conservación en el estado de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México, México: Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos.
- Martínez-Calderas, J. M. (2009), "Nuevos registros y distribución del ocelote (*Leopardis pardalis*) en el noreste de México" [tesis de maestría], México: Colegio de postgraduados.
- Martínez-de la Vega, G., G. García-Marmolejo, J. Luévano-Esparza, R. García-Morales, C. E. Rangel-Rivera y J. A. Ascanio-Lárraga (2016), "La mastofauna en San Luis Potosí, México: conocimiento, diversidad y conservación". En: Briones-Salazar, M., Y. Hortelano-Moncada; G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J.E. Sosa-Escalante (eds.), *Riqueza y conservación de los mamíferos en México a nivel estatal*. México: Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto de Biología / Asociación Mexicana de Mastozoología / Universidad de Guanajuato.
- Mesomaya (2010), "Análisis del cambio de uso del suelo y vegetación en seis Áreas Naturales Protegidas: (Laguna Madre; Marismas Nacionales, Zicuirán-Infiernillo; Abra Tanchipa, Xilitla y Sierra Madre Oriental), como base para el monitoreo biológico y captura de CO2" Informe Final elaborado para la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Cooperación Técnica Alemana. México, D. F. [informe inédito].
- Miranda, F. y A. J. Sharp (1950), "Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of Eastern Mexico". En: *Ecology*, 31, 313-333.
- Olivares-Jasso, J., O. Godínez-Vizuet, J. A. Flores-Cano y C. Posadas-Leal (2017), "Monitoreo de aves en fragmentos de bosque mesófilo de montaña en la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla". En: Sahagún-Sánchez, F. J., F. M. Huerta-Martínez y A. Durán-Fernández (coords.), *Experiencias de monitoreo de aves en el corredor ecológico de la Sierra Madre Oriental*. Guadalajara: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas / Universidad de Guadalajara, 93-103.
- Puig, H. (1991), *Vegetación de la Huasteca, México. Estudio fitogeográfico y ecológico*, México: Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM) / Instituto de Ecología, A. C. / Centre d'Etudes Mexicaines et Centraméricaines (CEMCA).
- Ramírez-Pulido, J., A. Castillo-Morales, A. Salame-Méndez y A. Castro Campillo (2004), "Características morfológicas y morfométricas de cinco especies de *Cryptotis* (Mammalia: Soricomorpha)". En: *Acta Zoológica Mexicana*, 20 (2), 9-37.
- Reyes-Hernández, H., E. Galarza-Rincón, D. E. Torres-García, F. J. Sahagún-Sánchez y J. A. Nova-Vázquez (2016), *Fortalecimiento de las acciones*

*de restauración del bosque de niebla en la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Informe Final elaborado para la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.* San Luis Potosí. [informe inédito].

Rivera-Quiroz, F. A.; U. Garcilazo-Cruz y F. Álvarez-Padilla (2016), "Spider cyberdiversity (Araneae: Araneomorphae) in an ecotouristic tropical forest fragment in Xilitla, Mexico". En: *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 1023-1032.

Rzedowski, J. (1965), "Vegetación del estado de San Luis Potosí". En: *Acta Científica Potosina*, 1-2, 5-291.

Rzedowski, J. (1978), *Vegetación de México*, México: Limusa.

Rzedowski, J. (1996), "Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México". En: *Acta Botánica Mexicana*, 35, 25-44.

Sahagún-Sánchez, F. J., J. Castro Navarro y H. Reyes-Hernández (2013), "Distribución geográfica de la avifauna en la Sierra Madre Oriental de San Luis Potosí, México: un análisis regional de su estado de conservación". En: *Journal of Tropical Biology and Conservation*, 61 (2), 897-925.

Villordo-Galván, J. A. (2009), *Monitoreo de mamíferos mayores como indicador del grado de conservación de la región prioritaria para la conservación Xilitla, San Luis Potosí, México. Informe Final elaborado para la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Cooperación Técnica Alemana.* México, D. F. [informe inédito].

**ANEXO 1. ESPECIES CON ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO, SEGÚN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010 Y LAS CATEGORÍAS DE LA LISTA ROJA DE LA IUCN REGISTRADAS EN LA PBSLP/RPC XILITLA**

Nombre científico	Distribución	Categoría	
		NOM-059*	IUCN**
<b>Anfibios</b>			
<i>Bolitoglossa platydactyla</i>	Endémica	Pr	NT
<i>Lithobates berlandieri</i>	-	Pr	LC
<i>Pseudoeurycea bellii</i>	Endémica	A	VU
<b>Aves</b>			
<i>Ara militaris</i>	-	P	VU
<i>Buteogallus anthracinus</i>	-	Pr	LC
<i>Cairina moschata</i>	-	P	LC
<i>Campephilus guatemalensis</i>	-	Pr	LC
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	-	Pr	LC
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	-	Pr	LC
<i>Dendrortyx barbatus</i>	Endémica	P	VU
<i>Falco mexicanus</i>	-	A	LC
<i>Falco peregrinus</i>	-	Pr	LC
<i>Geothlypis tolmiei</i>	-	A	LC
<i>Micrastur semitorquatus</i>	-	Pr	LC
<i>Myadestes occidentalis</i>	-	Pr	LC
<i>Passerina ciris</i>	-	Pr	LC
<i>Penelope purpurascens</i>	-	A	LC
<i>Pionus senilis</i>	-	A	LC
<i>Psarocolius montezuma</i>	-	Pr	LC
<i>Psittacara holochlorus</i>	-	A	LC
<i>Setophaga chrysoparia</i>	-	P	EN
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	-	Pr	LC
<b>Mamíferos</b>			
<i>Cryptotis obscurus</i>	Endémica	Pr	LC
<i>Eira barbara</i>	-	P	LC
<i>Leopardus pardalis</i>	-	P	LC
<i>Leopardus wiedii</i>	-	P	NT
<i>Panthera onca</i>	-	P	NT
<i>Puma yagouaroundi</i>	-	A	LC
<i>Tamandua mexicana</i>	Endémica	P	LC

<b>Plantas</b>				
<i>Abies guatemalensis</i>	Endémica	P	VU	
<i>Alsophila firma</i>	-	P	-	
<i>Carpinus caroliniana</i>	-	A	LC	
<i>Ceratozamia hildae</i>	Endémica	A	EN	
<i>Ceratozamia latifolia</i>	Endémica	P	EN	
<i>Ceratozamia mexicana</i>	Endémica	A	VU	
<i>Ceratozamia microstrobila</i>	Endémica	A	VU	
<i>Cupressus lusitanica</i>	-	Pr	LC	
<i>Dioon edule</i>	Endémica	P	NT	
<i>Erythrina coralloides</i>		A	-	
<i>Huperzia dichotoma</i>		A	-	
<i>Laelia anceps</i>	Endémica	P	-	
<i>Litsea glaucescens</i>	-	P	-	
<i>Marattia weinmanniifolia</i>		Pr	-	
<i>Mormodes maculata</i>	Endémica	A	-	
<i>Ostrya virginiana</i>	-	Pr	LC	
<i>Podocarpus matudae</i>	-	Pr	VU	
<i>Prosthechea mariae</i>	Endémica	A	-	
<i>Rhynchostele rossii</i>	Endémica	A	-	
<i>Stanhopea tigrina</i>	Endémica	A	-	
<i>Taxus globosa</i>	-	Pr	EN	
<i>Tilia americana</i>	Endémica	P	LC	
<i>Tillandsia imperialis</i>	Endémica	A	-	
<b>Reptiles</b>				
<i>Abromia taeniata</i>	Endémica	Pr	VU	
<i>Atropoides nummifer</i>	Endémica	A	LC	
<i>Boa constrictor</i>	-	A	LC	
<i>Corytophanes hernandesii</i>	-	Pr	LC	
<i>Craugastor decoratus</i>	Endémica	Pr	VU	
<i>Crotalus molossus</i>	-	Pr	LC	
<i>Imantodes cenchoa</i>	-	Pr	LC	

<i>Laemanctus serratus</i>	-	Pr	LC
<i>Lepidophyma gaigeae</i>	Endémica	Pr	VU
<i>Leptodeira maculata</i>	Endémica	Pr	LC
<i>Leptophis mexicanus</i>	-	A	LC
<i>Tantilla rubra</i>	-	Pr	LC
<i>Thamnophis marcianus</i>	-	A	LC
<i>Thamnophis scalaris</i>	Endémica	A	LC
<i>Xenosaurus newmanorum</i>	Endémica	Pr	EN

\*NOM-059-SEMARNAT-2010: A= Amenazada; Pr= Sujeta a protección especial; P= En peligro de extinción.

\*\*IUCN-2019: CR= En peligro crítico; EN= En peligro; VU= Vulnerable; NT= Casi amenazado; LC= Preocupación menor; DD= Datos insuficientes; NE= No evaluado.

Fuentes: Ramírez-Pulido, *et al.*, 2004; Martínez-Calderas, J.M. 2009; Lemos-Espinal, J. A. y Dixon J. R. 2013; de Nova-Vázquez, J. A. 2015; García-Rubio, O. R., *et al.* 2016; Alfaro-Medina, C. S., *et al.* 2017; Cruzado-Cortés J. y Salinas-Rodríguez, M. M. 2017; Olivares-Jasso, J. *et al.* 2017; Godínez-Vizuet, O. 2018.







## Capítulo 2

# Dinámica espacio-temporal de la cubierta forestal

HUMBERTO REYES HERNÁNDEZ



Manantial del río Huichihuayan, ejido el Nacimiento, Xilitla

La reserva forestal Porción Boscosa del estado de San Luis Potosí (PBSLP) —protegida desde 1923 y conocida como “Región Prioritaria para la Conservación Xilitla” (RPC Xilitla)— ha perdido más del 70% de la superficie que originalmente se pretendía proteger. En los últimos años ha sido posible la recuperación de bosque en la porción alta de la sierra de Xilitla y el incremento en la superficie de los bosques de pino y húmedo de montaña; lo que contrasta con las selvas deforestadas en las partes bajas e intermedias. Las áreas menos fragmentadas y con mayores posibilidades de conservación suman 7,919 de hectáreas, cuya superficie podría ser la base para definir una zona de protección. En esta porción de la RPC Xilitla se encuentran los ecosistemas mejor conservados y áreas con más posibilidades de ser restauradas.

## Introducción

La deforestación y la fragmentación de los ecosistemas son alteraciones reconocidas como dos de las amenazas más importantes en términos ambientales. Ambas modifican la estructura y composición de los ecosistemas; aceleran la pérdida del hábitat de las especies de flora y fauna; propician la degradación del suelo; alteran los ciclos hidrológicos y los regímenes climáticos y; contribuyen al calentamiento global, a través la emisión de gases de efecto invernadero (Turner II *et al.*, 2001). Finalmente, la insularidad —causada por la reducción y el aislamiento progresivo del hábitat— y los efectos de borde afectan sensiblemente todos los componentes de los ecosistemas.

Las ANP son consideradas el instrumento más eficiente para conservar la biodiversidad y mantener los servicios ecosistémicos. No obstante, en la actualidad enfrentan grandes desafíos para garantizar su conservación efectiva, tales como: la fragmentación, la deforestación, los incendios forestales, la extracción selectiva de especies, la propagación de especies invasoras y los

cambios en los usos de la tierra (Sahagún y Reyes, 2018). Todos estos factores, individuales o en conjunto, amenazan la integridad de los territorios protegidos: en México, al menos el 30% de las ANP han tenido una reducción de la superficie que originalmente se buscaba proteger (Figueroa *et al.*, 2011).

La Reserva Forestal Nacional Porción Boscosa del estado de San Luis Potosí (PBSLP) fue decretada como área protegida el 3 de noviembre de 1923 en los municipios de Aquismón y Xilitla, sobre una superficie de 29,885 hectáreas (DOF, 1923). A pesar de los diferentes intentos por proteger esta reserva —tales como refrendar el decreto de 1923, traspasar su “administración” al Gobierno del Estado de San Luis Potosí (DOF, 2000) e, incluso, declararla como reserva de la Biosfera (Sierra de la Silleta) (DOF, 2003)—, el Estado nunca logró incidir por completo en el territorio protegido.

En 2009, el área protegida fue incluida en el listado de regiones prioritarias para la conservación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP),



denominándola como Región Prioritaria para la Conservación Xilitla (RPC Xilitla) (CONANP, 2009). El objetivo de este capítulo es conocer la dinámica espacial y temporal de los bosques y selvas de la PBSLP e identificar las áreas con posibilidades de ser conservadas.

### **Materiales y métodos**

La PBSLP/RPC Xilitla ocupa hoy en día una superficie de 30,050 hectáreas e incluye 19 ejidos pertenecientes a los municipios de Aquismón y Xilitla (figura 1). La región se ubica en la subprovincia del Carso Huasteco, correspondiente a la Sierra Madre Oriental: se caracteriza por un paisaje dominado por un relieve montañoso, con altitudes que van de los 600 a los 2,300 metros (INEGI, 2017).

Esta unidad orográfica se conforma por un conjunto de sierras formadas por estratos plegados de rocas sedimentarias del Cretácico y Jurásico Superior: predominan las rocas calizas y, en menor proporción, arenisca y lutitas. La precipitación promedio anual asciende a 3,038 milímetros y la temperatura promedio anual de 22 °C. Dichas características corresponden a los tipos de clima templado húmedo y templado subhúmedo (Cfa y Cwa) (INEGI, 2017).

### **Elaboración de mapas de la cubierta vegetal y usos de la tierra**

Se realizó una clasificación de los usos de la tierra y la cubierta vegetal para las fechas 1995 y 2016, a partir de una imagen de satélite

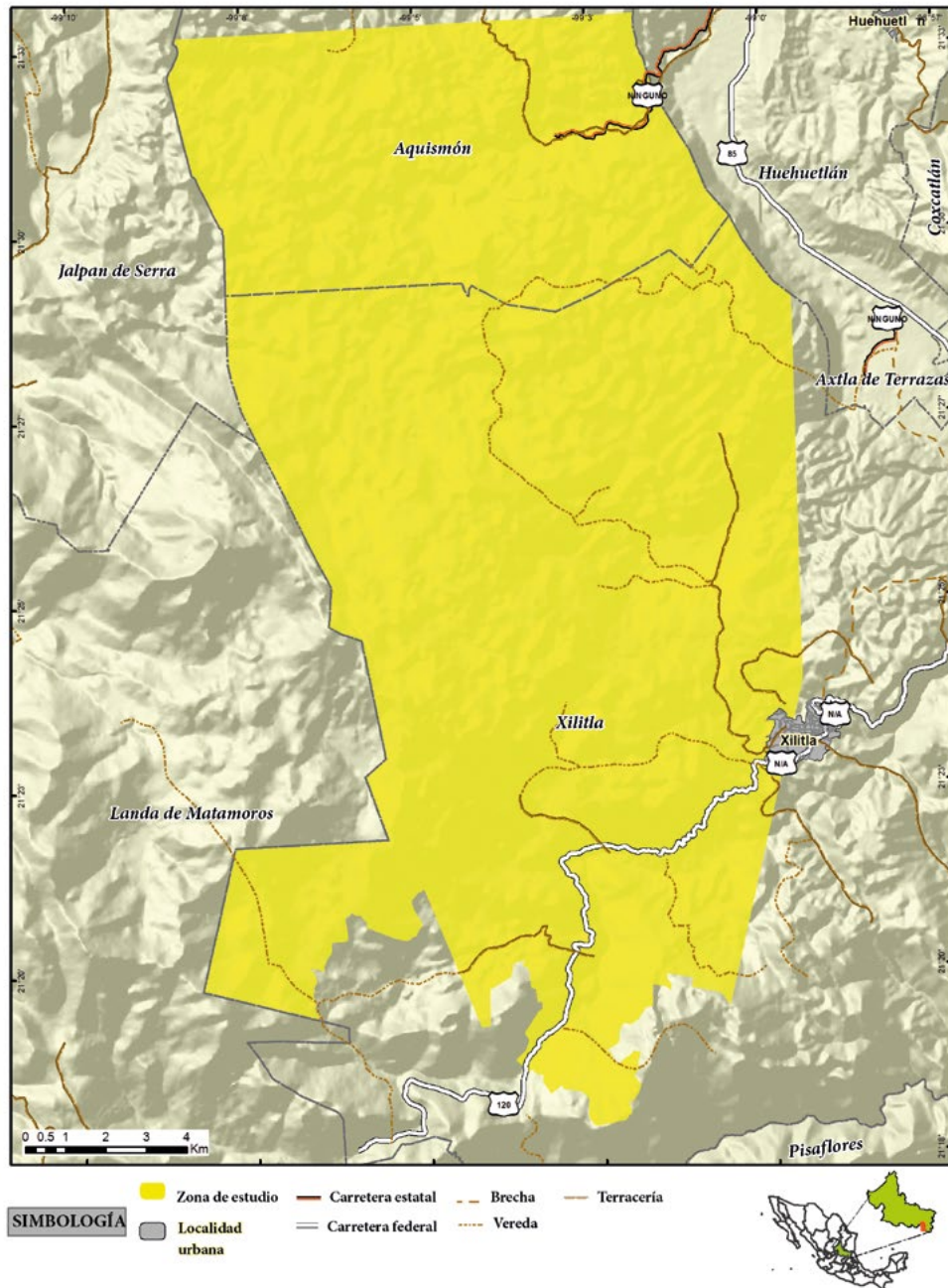
*SPOT* y una ortofoto digital, con el método de clasificación supervisada en el programa ENVI 4.8. La imagen correspondió al satélite *SPOT* de febrero de 2016 (path/row 588/307), proporcionada por la estación ERMEXS con nivel de procesamiento 1A © CNES 2016 y producida por ERMEXS-UASLP, bajo licencia de SPOT IMAGE, S. A. Las clases de usos de la tierra y de la cubierta vegetal consideradas en este trabajo fueron: a) bosque de pino, b) bosque de encino, c) mesófilo o húmedo de montaña, d) bosque de oyamel, e) selvas, f) vegetación secundaria leñosa, g) agricultura, h) pastizales, i) zonas urbanas y j) cuerpos de agua.

Para mejorar la exactitud de la clasificación, se realizaron verificaciones en campo. Con ellas se lograron detectar errores en el etiquetado de los polígonos y delimitar con mayor precisión cada una de las clases. Durante los recorridos en campo se contó con el apoyo de guías expertos de las comunidades y conocedores de la vegetación y flora local, para identificar las principales especies de plantas vasculares que conforman los relictos de bosque.

### **Dinámica de los cambios en la cubierta vegetal y usos de la tierra**

Para obtener el mapa de la cubierta vegetal y usos de la tierra de 1995 se realizó la clasificación de la ortofoto digital, con el método propuesto por Mas (2005) en el programa ArcGis 10.3. Dicho procedimiento buscaba minimizar los errores de la

FIGURA 1. LÍMITES CORREGIDOS DEL DECRETO ORIGINAL DE LA PBSLP/RPCX



clasificación y el etiquetado erróneo de los polígonos. El método consiste en sobreponer la capa de la clasificación de la imagen más reciente (2016) a una imagen de fecha más antigua (en este caso 1995). Con base en un análisis visual, se modifican directamente sobre la pantalla de la computadora solo aquellos polígonos (de cualquier clase) en los que existen cambios; es decir, cuando se detecta una ganancia o pérdida de superficie, el resto de los polígonos no afectados permanece igual.

Las áreas deforestadas y aquellas que cambiaron a otros usos del suelo fueron cuantificadas por medio de una sobreposición cartográfica de los mapas para el lapso 1995-2016. La tasa de deforestación y el porcentaje de cambio para cada periodo de estudio se obtuvo mediante la fórmula:  $C = [(T_2/T_1)^{1/n} - 1] * 100$ .

C = tasa de cambio

T1= año de inicio,

T2= año actual o más reciente

n= número de años entre T1 y T2

Finalmente, se elaboraron los mapas de las áreas deforestadas y de las áreas con cambios en los usos de la tierra, se cuantificó su superficie y se calcularon las tasas de cambio.

## Resultados

A 93 años de haber sido decretada la PBSLP/ RPC Xilitla, ésta ha perdido más del 70% de

su superficie forestal original y, del mismo modo que otras ANP del país, evidencia severas transformaciones derivadas de las actividades antropogénicas. Actualmente, la superficie ocupada por los cuatro principales tipos de bosque (encino, oyamel, pino y húmedo de montaña) en 2016 corresponde a 7,991 hectáreas (26.5%); mientras que las selvas registraron 2,870 hectáreas (9.5%). La mayor superficie (16,061 hectáreas) la ocupan áreas de uso agropecuario, que en conjunto representan el 53% del área total.

De todos los tipos de vegetación, los bosques de pino ocuparon la mayor superficie con 4,002 hectáreas, seguidos por el bosque húmedo de montaña con 3,183 hectáreas. Ambas clases incrementaron su área en 3.2 % (130 hectáreas) y 2.6% (85 hectáreas), respectivamente, en los últimos veinte años. Por el contrario, el bosque de encino y las selvas perdieron 23 y 200 hectáreas, cada cual, en el mismo período (cuadro 1). Aunque las clases forestales representan sólo el 36% de la superficie total, se confirma que en la última década los bosques de pino y húmedo de montaña —situados en las partes alta de la sierra— muestran un proceso de recuperación en su cobertura.

En el territorio existe una dinámica particular de los usos de la tierra y de la cubierta vegetal. Por un lado, en las áreas de mayor altitud de Xilitla se observan zonas de bosque recuperadas, que contrastan con amplias áreas deforestadas en el municipio de Aquismón; lo que significa que la

**CUADRO 1. CUBIERTA VEGETAL Y USOS DE LA TIERRA EN LA PBSLP/RPCX Y TASAS DE CAMBIO 1995-2016**

Cobertura	Superficie por año (ha)		Diferencia (ha)	Tasa de cambio (%)
	1995	2016	1995-2016	1995-2016
Bosque de encino	802	779	-23	-0.136
Bosque de húmedo de montaña	3,098	3,183	85	0.127
Bosque oyamel	27	27	0	0.000
Bosque de pino	3,872	4,002	130	0.155
Selva	3,070	2,870	-200	-0.105
Vegetación secundaria leñosa	2,068	2,525	457	0.942
Agricultura	11,252	11,001	-251	-0.105
Pastizales	5,289	5,060	-229	-0.207
Asentamiento humano	572	603	31	0.248
<b>TOTAL</b>	<b>30,050</b>	<b>30,050</b>		

transformación de los espacios forestales está diferenciada en ambos municipios a pesar de pertenecer al mismo territorio protegido. Por otro lado, en las partes intermedias y bajas de la sierra —en altitudes de 350 y 800 metros— fueron deforestadas 200 hectáreas de selvas (mediana subperennifolia, subcaducifolia y baja subperennifolia) en los últimos 21 años. Las tasas de cambios del período 1995-2016 indican que las selvas y los bosques de encino fueron los más afectados por las transformaciones antrópicas, al registrar tasas anuales de deforestación de -0.13 y -0.10% respectivamente (cuadro 1; figuras 2 y 3).

Inicialmente se detectó que 118 hectáreas de bosque de niebla, de encino y de selvas fueron deforestadas; sólo el bosque de niebla logró revertir esa tendencia decreciente, al registrar una ganancia de 157 hectáreas entre 2007 y 2016. Por su parte, los bosques

de pino registran un crecimiento constante, lo que sugiere que las actividades de reforestación han tenido un efecto positivo en la recuperación de este tipo de cobertura en particular. Es por ello que estas coberturas registran cambios positivos (0.15 y 0.12%, respectivamente). Estos datos difieren con los resultados obtenidos en otros trabajos que documentan el incremento en las tasas de deforestación de los bosques en las regiones tropicales de México (Osorio *et al.*, 2015; Farfán *et al.*, 2016; Leija *et al.*, 2016, 2018). Finalmente, las áreas de agricultura y pastizales registraron tasas negativas (-0.10 y -0.20%, en cada caso) (cuadro 1; figuras 4 y 5).

Las tendencias de cambio de bosques y selvas por áreas de uso agropecuario indican que el área comprendida por los ejidos de Tamapatz, Joya de las Vacas, Chalahuite —y un área reclamada por varios



FIGURA 2. CUBIERTA VEGETAL Y USOS DE LA TIERRA EN LA PBSLP/RPC XILITLA, 1995

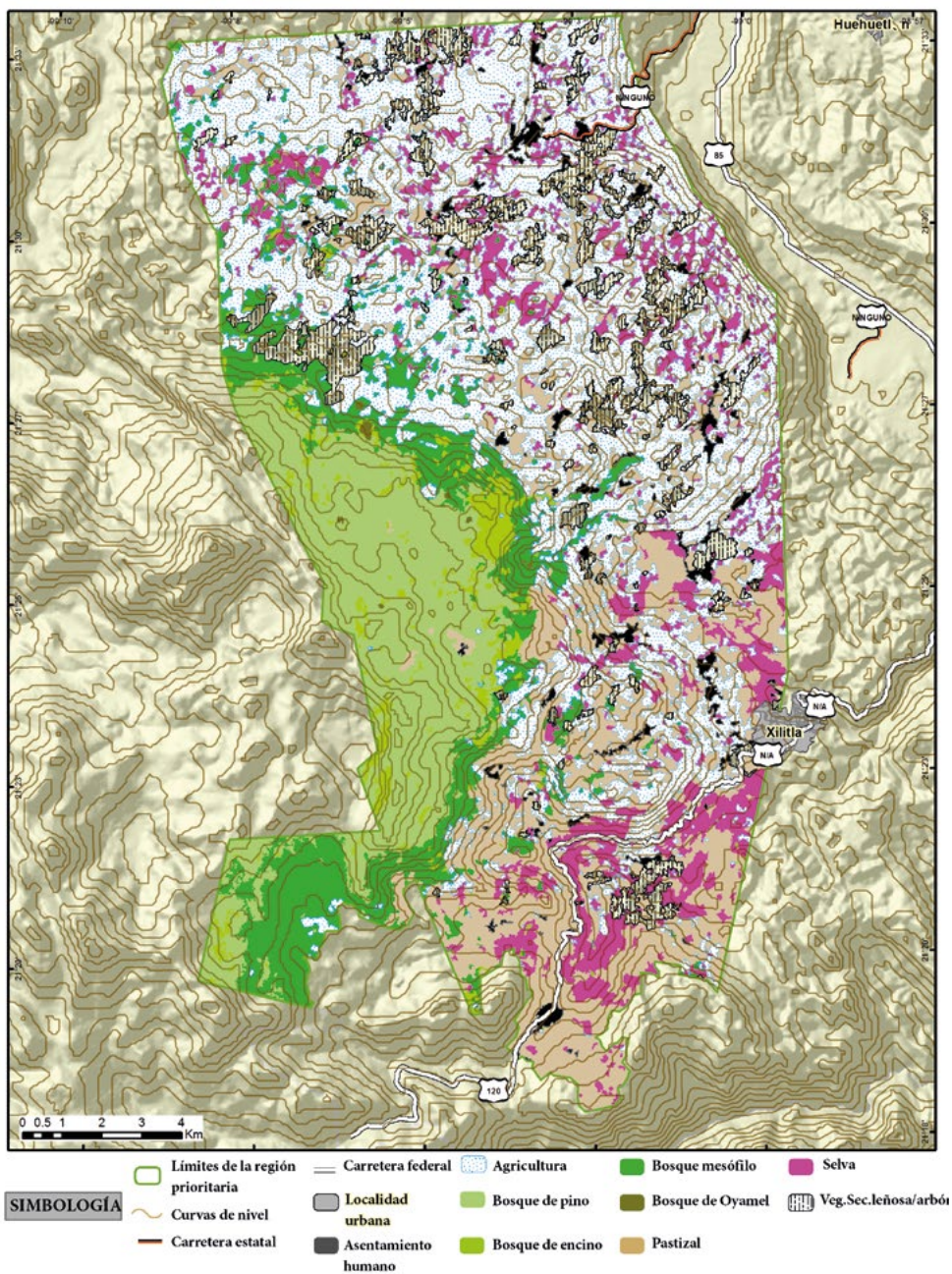




FIGURA 3. CUBIERTA VEGETAL Y USOS DE LA TIERRA EN LA PBSLP/RPCX, 2016

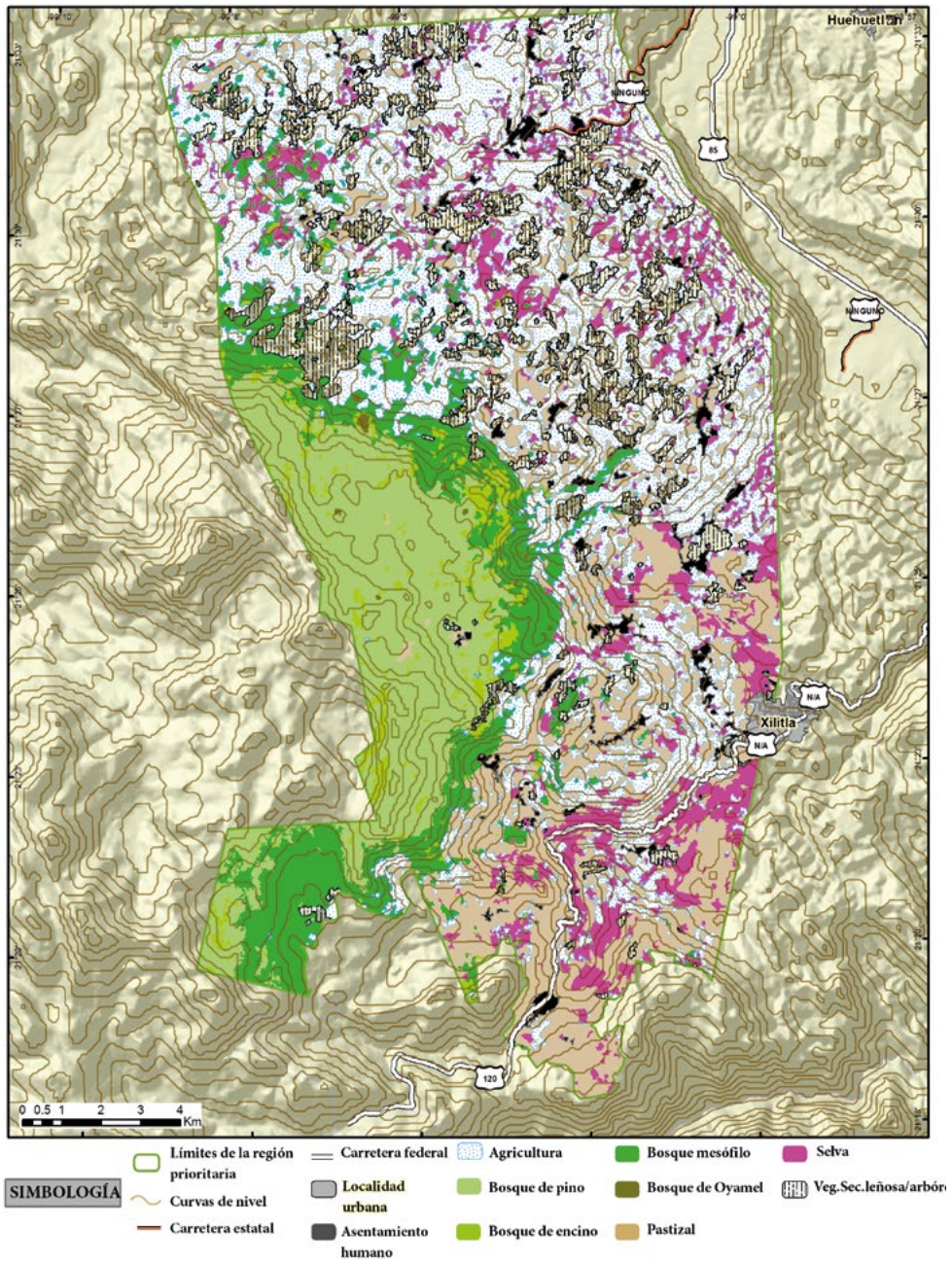
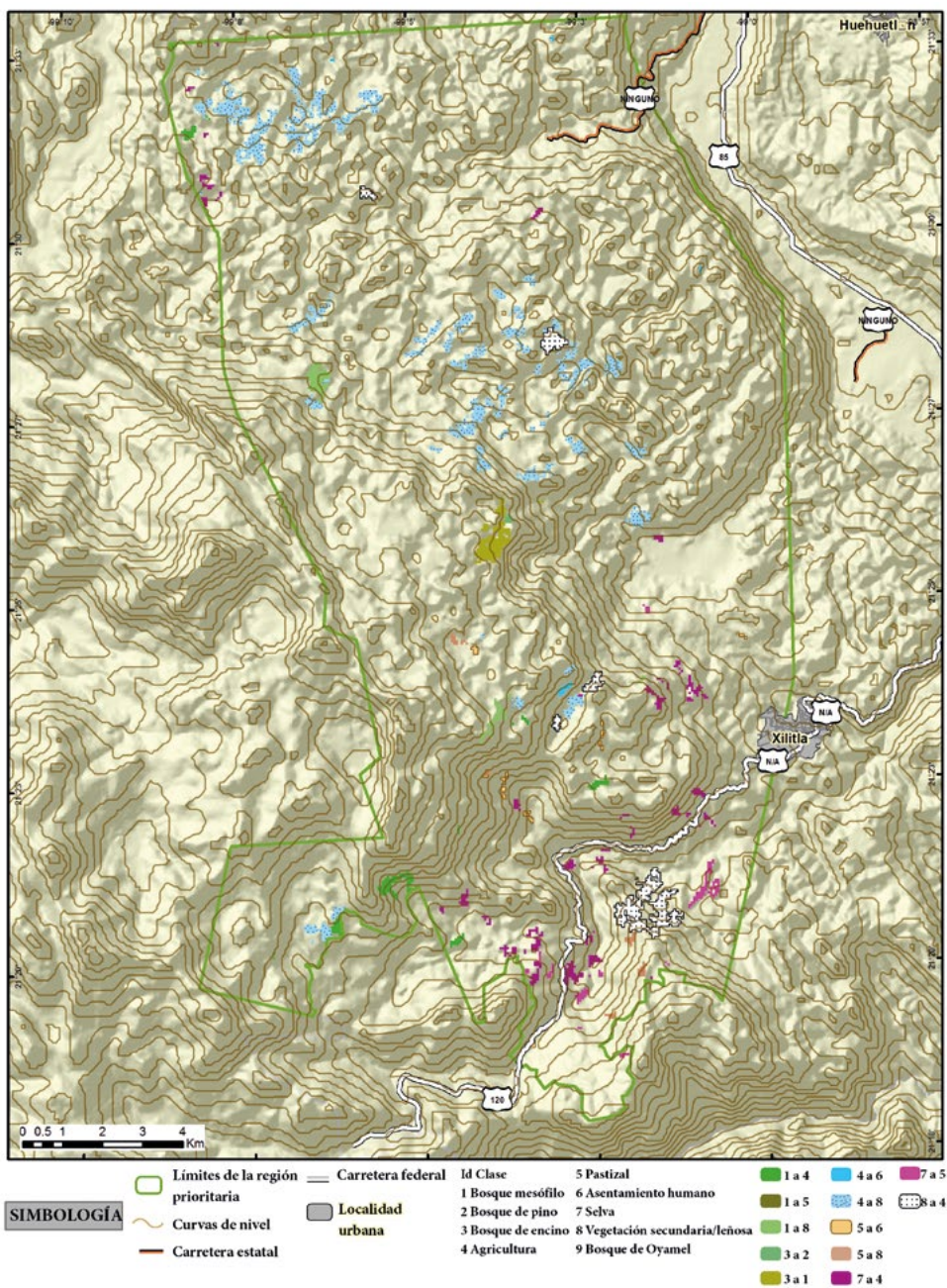




FIGURA 4. CAMBIOS EN LA CUBIERTA VEGETAL Y USOS DE LA TIERRA, 1995-2016



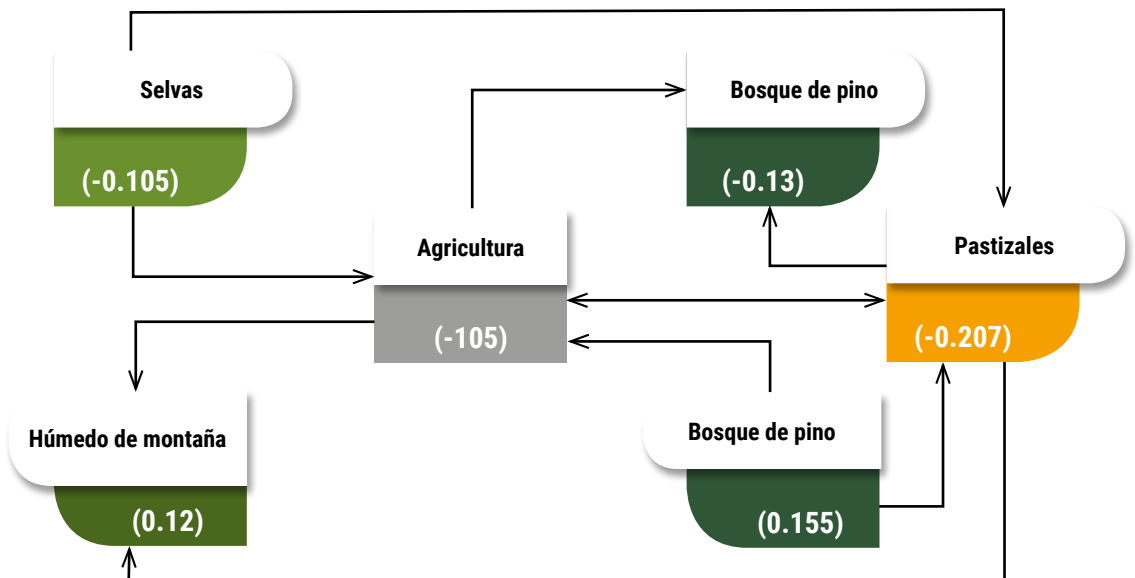
ejidos— es la zona más propensa a la desaparición de este ecosistema (figura 4). La tendencia hacia la sustitución del bosque por las áreas de uso agropecuario en la RPC Xilitla sugiere que deberían reforzarse las acciones de conservación y restauración de los ecosistemas forestales en los ejidos anteriormente señalados, para tratar de revertir dicha tendencia.

Los terrenos donde se localizan los bosques de pino y húmedo de montaña se desarrollan en pendientes más abruptas que las del paisaje en general; por ello, la mayoría de sus fragmentos se encuentran en lugares de difícil acceso. Lo anterior coincide con otros trabajos que documentan la remoción completa de la cubierta forestal en las pendientes suaves, dejando sólo remanentes

en las áreas más inclinadas (Reyes *et al.*, 2006).

Las selvas situadas en las zonas de menor altitud de la RPC Xilitla perdieron en los últimos veinte años 200 hectáreas, situación que coincide con lo reportado en otros trabajos realizados en la Huasteca Potosina (figura 5). En dichos estudios se consigna que las áreas cubiertas por selvas bajas y medianas son las más propensas al cambio; es decir, la fuerte presión por establecer parcelas de cultivos de temporal en lugar de actividades de ganadería y desmote. A nivel nacional se reporta la pérdida de más del 60% de la superficie originalmente cubierta en estos tipos de selvas, con una tasa anual de deforestación cercana al 1.4% (Mas *et al.*, 2004; Sotelo *et al.*, 2015; Farfán *et al.*, 2016).

FIGURA 5. DINÁMICA DE LOS CAMBIOS EN LA CUBIERTA VEGETAL, USOS DE LA TIERRA Y TASAS DE CAMBIO, 1995-2016



Tasa de cambio expresadas en porcentajes.

A pesar de que la cobertura del bosque no tuvo una disminución drástica en su superficie, la información derivada de los recorridos por el bosque y la información proporcionada por los habitantes sugieren que es posible que exista una baja en la composición de especies. Por ejemplo, especies de madera fina como mora (*Morus celtidifolia*), palo escrito (*Dalbergia paloescrito*), palo Campeche (*Haematoxylum campechianum*), cedro blanco (*Cupressus* spp) y pino (*Pinus greggii*); entre otras, que eran más abundantes.

### Áreas de conservación y priorización de sitios para la restauración

Las áreas mejor conservadas registran una superficie de 7,919 hectáreas (7,333 hectáreas de bosque y 586 hectáreas de selva). Se localizan principalmente en las partes altas de la Sierra Madre Oriental en los ejidos Cerro Quebrado, Chalahuite, Coronel Castillo, Ollita del Pino, La Trinidad, Soledad de Zaragoza y tres ejidos sin denominación. También se identificaron dos terrenos en proceso de recuperación forestal en los ejidos de Coronel Castillo y Ollita del Pino, cuya superficie suma 380 hectáreas aproximadamente. En estas áreas destaca el *Liquidambar styraciflua*, uno de los principales elementos del bosque de niebla que se destaca por ser una especie pionera, heliófila e invasora de estadios tempranos sucesionales: de ahí su predominio.

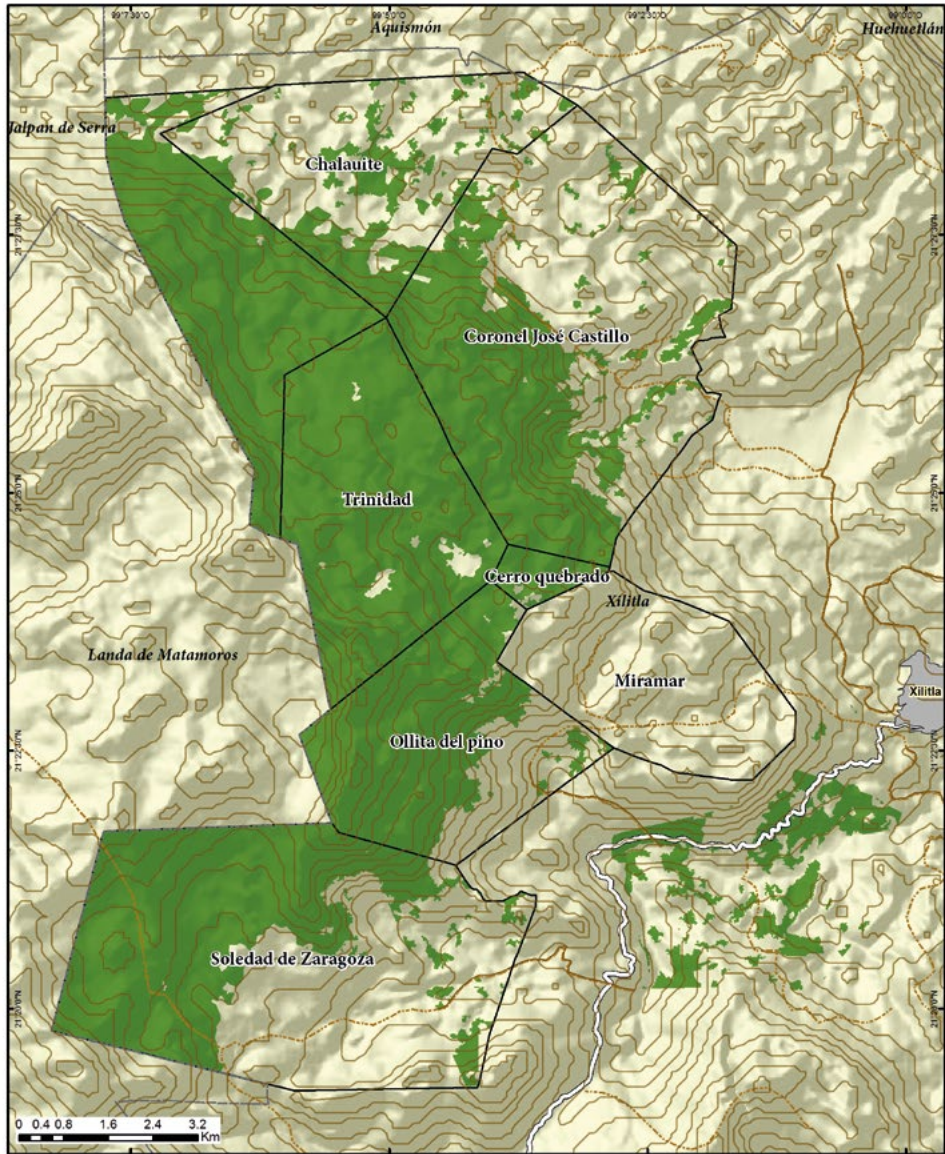
El mantenimiento de la superficie forestal indica que las incipientes acciones —que consisten en la reforestación y recuperación de bosques para incrementar dicha superficie en varios ejidos— han generado resultados positivos en los últimos veinte años. Los terrenos cubiertos por vegetación secundaria leñosa representan una oportunidad para promover la recuperación de los espacios forestales, perdidos en décadas pasadas. Dichos espacios podrían utilizarse como zonas de amortiguamiento y así favorecer la conectividad (Sotelo *et al.*, 2015). Estos terrenos deberían ser los sitios prioritarios para la restauración forestal; especialmente los más cercanos al bosque, con más de cinco años en pausa de trabajo y/o bajo algún programa de reforestación. Los pobladores señalan que han mantenido en descanso sus terrenos de labor, para dejar que eventualmente avance el proceso de sucesión vegetal. Por lo que es factible esperar que en el futuro los bosques continúen recuperándose (figura 6).

### Conclusiones

A partir de su decreto como área protegida en 1923, la porción boscosa del estado de San Luis Potosí ha mostrado procesos de transformación de sus coberturas naturales y usos de la tierra, con una pérdida de más del 70% (19,024 hectáreas) de su superficie original. Sin embargo, el área protegida evidencia una dinámica de pérdida y ganancia; en particular, con los usos de la tierra y la



FIGURA 6. ÁREAS EN MEJOR ESTADO DE CONSERVACIÓN EN LA PBSLP/RPCX



**SIMBOLOGÍA**

- |                  |                             |            |                       |
|------------------|-----------------------------|------------|-----------------------|
| Límite municipal | <b>Vías de comunicación</b> | Brecha     | Áreas de conservación |
| Curvas de nivel  | Carretera estatal           | Vereda     | Ejidos                |
| Localidad urbana | Carretera federal           | Terracería |                       |

cubierta vegetal. En la porción alta de la Sierra Madre Oriental del municipio de Xilitla se observan áreas de bosque recuperadas; en contraste con amplias áreas deforestadas del municipio de Aquismón en las partes intermedias y de menor altitud de la Sierra.

Es alentador confirmar que los bosques de pino y de niebla muestran un proceso de recuperación en su cobertura. Los bosques de pino se incrementaron en 3.2% y el bosque de niebla en 2.6% en los últimos veinte años. Los bosques recuperados con dominancia de *Liquidambar* ocupan cerca del 30% de la superficie total. Las selvas situadas en las porciones bajas e intermedias, en cambio, perdieron 200 hectáreas en los últimos veinte años. Las áreas menos fragmentadas y con mayores posibilidades de conservación suman 7,919 hectáreas.

## Referencias

- CONANP (2009), *Acuerdo por el que se establecen las reglas de operación del "Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible"*, México: Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible.
- DOF (1923), *Acuerdo declarando Reservas forestales con carácter de inalienables e imprescriptibles, distintas porciones arboladas de la República: "Porción boscosa del estado de San Luis Potosí"*. En: *Diario Oficial de la Federación*, 25 (53), 765-766.
- DOF (2000), *Acuerdo Marco de Coordinación que suscriben la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y el Estado de San Luis Potosí, con el objeto de establecer las bases para transferir la administración de las siguientes áreas naturales protegidas: reserva forestal nacional porción boscosa del Estado de San Luis Potosí; parque nacional El Potosí; parque nacional El Gogorrón; zona de protección forestal y refugio de la fauna silvestre Sierra de Alvarez; zona de protección forestal y refugio de la fauna silvestre Sierra La Mojонера, y la reserva de la biosfera Sierra del Abra Tanchipa*.
- DOF (2003), *Aviso por el que se informa al público en general que están a su disposición los estudios realizados para justificar la expedición del Decreto por el que se pretende declarar como área natural protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera Sierra de la Silleta, Municipio de Xilitla, S.L.P.*
- Farfán, G. M., T. G. Rodríguez y J. F. Mas (2016), "Análisis jerárquico de la intensidad de cambio de cobertura/ uso de suelo y deforestación (2000-2008) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, México". En: *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Investigaciones Geográficas de la UNAM*, 90, 89-104.
- Figueroa, F., V. Sanchez-Cordero, P. Illoldi-Rangel y M. Linaje (2011), "Evaluación de la efectividad de las áreas protegidas para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación. ¿Un índice es suficiente?". En: *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 951-963.
- INEGI (2017), *Síntesis Geográfica del estado de San Luis Potosí, México*: INEGI, Aguascalientes, México 623 p.
- Leija, L. G., H. H. Reyes, P. O. Reyes, F. J. L. Flores y S. F.J. Sahagún (2016), "Cambios en la cubierta vegetal, usos de la tierra y escenarios futuros en la

- región costera del estado de Oaxaca, México". En: *Madera y Bosques*, 22 (1), 125-140.
- Leija-Loredo E.G., N.P. Pavón., A. Sánchez-Gonzalez., R. Rodríguez-Laguna., G. Ángeles-Pérez (2018), "Land cover change and carbon stores in a tropical montane cloud forest in the Sierra Madre". En: *Journal of Mountain Science*, 15 (10), 2136-2147.
- Mas, J. F. (2005), "Change estimates by map comparison: A method to reduce erroneous changes due to positional error". En *Transactions in GIS*, 9 (4), 619-629.
- Mas, J. F., A. Velázquez, G. J. R. Díaz, S. R. Mayorga, C. Alcántara, G. Bocco y V. A. Pérez (2004), "Assessing land use/cover changes: a nationwide multirate spatial database for Mexico". En: *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5, 249-261.
- Osorio, L., J. F. Mas, F. Guerra y M. Maass (2015), Análisis y modelación de los procesos de deforestación: un caso de estudio en la cuenca del río Coyuquilla, Guerrero, México. En: *Investigaciones Geográficas*, 88, 60-74.
- Reyes, H., M. Aguilar-Robledo, J. R. Aguirre e I. Trejo (2006), "Cambios en la cubierta vegetal y uso del suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México". En: *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Investigaciones Geográficas de la UNAM*, 59, 26-42.
- Sahagún-Sánchez, F. J. y H. Reyes-Hernández (2018), "Procesos de cambio en el uso del suelo en las áreas naturales protegidas en la Región Central de la Sierra Madre Oriental". En: *CienciaUAT*, 12 (2), 6-21.
- Sotelo, O., J. Chichia, V. Sorani y A. Flores (2015), "Cambios en la dinámica de deforestación de la subcuenca de un río en México: la imposibilidad de recuperación de los hábitat originales después del cese de la deforestación". En: *Revista de Geografía Norte*, 61, 221-227.
- Turner II, B. L., S. Cortina-Villar, D. Foster, J. Geoghegan, E. Keys, P. Klepeis, D. Lawrence, P. Macario-Mendoza, S. Manson, Y. Ogneva-Himmelberger, A. B. Plotkin, D. Pérez-Salicrup, R. Roy-Chowdhury, B. Savitsky, L. Schneider, B. Schmook y C. Vance (2001), "Deforestation in the southern Yucatán peninsular region: an Integrative approach". En: *Forest Ecology and Management*, 154 (3), 353-370.



# Caracterización físico-geográfica del bosque húmedo de montaña

DIOSELINA ESTEPHANY TORRES GARCÍA

HUMBERTO REYES HERNÁNDEZ

ERIKA GALARZA RINCÓN

CARLOS ALFONSO MUÑOZ ROBLES

Bromelias (*Tillandsia imperialis*) sobre cedro blanco (*Cupressus lusitanica*) en bosque de pino y encino.



La RPC Xilitla posee una enorme diversidad biológica, entre la que destaca uno de los ecosistemas más importantes de México: el bosque de niebla o húmedo de montaña. A pesar de su poca extensión territorial en el país, este ecosistema alberga la mayor biodiversidad de flora y fauna por unidad de área. Los objetivos de esta contribución son: conocer la distribución actual del bosque, caracterizar las condiciones físicas y geográficas donde se desarrolla y; aportar información relevante sobre el estado que guarda este ecosistema. El bosque de húmedo de montaña ocupa 3,758 hectáreas, cubiertas principalmente por especies de Liquidambar, encino y cedro; la mayor proporción de bosque se sitúa en altitudes que van de 1,500 a 1,600 metros. A pesar de que este ecosistema se ubica en paisajes fuertemente accidentados por los intensos procesos de fragmentación que ocurren en la región, existen todavía relictos de bosque que se han recuperado en los últimos 20 años para su conservación.

## Introducción

El bosque de niebla —también llamado bosque mesófilo de montaña o bosque húmedo de montaña (BHM)— es uno de los ecosistemas más importantes a nivel mundial por ser un gran reservorio evolutivo de diversidad biológica: se estima que alberga alrededor de 2,500 a 3,000 especies (Rzedowski, 2006). Debido a los servicios ecosistémicos que provee —principalmente de recursos hidrológicos—, este ecosistema requiere de atención especial mediante un esquema de protección para ser restaurado y conservado (Aldrich *et al.*, 2000; Bubb *et al.*, 2004; Toledo, 2009; CONABIO, 2010).

Esta comunidad vegetal se desarrolla en zonas con alta humedad y precipitación pluvial, caracterizadas por la presencia frecuente o persistente de nubes a nivel de vegetación. En dichas zonas la condensación del aire húmedo, proveniente del mar, forma densos bancos nubosos; de ahí se deriva la importancia de la niebla para su existencia (Hamilton, 1995). Este ecosistema se

desarrolla en el mismo piso altitudinal que los encinares y se encuentra sobre lugares muy accidentados, con pendientes pronunciadas. Lo anterior hace que la definición de este tipo de vegetación sea ambigua; al igual que su delimitación con respecto a otros tipos de flora (Challenger, 1998; Rzedowski, 2006; Villaseñor, 2010).

Los BHM ocupan 380,000 km<sup>2</sup> a nivel mundial —el equivalente al 0.26% de la superficie terrestre— y 96,394 km<sup>2</sup> en el continente americano (25.3%) (Bubb *et al.*, 2004). Challenger y Soberón (2008) estiman que tiempo atrás estos bosques ocupaban 3.09 millones de hectáreas en México. Actualmente, su superficie se ha reducido a menos de la mitad; sólo alrededor del 15% se encuentra bajo protección en alguna categoría ANP (CONANP, 2018).

En nuestro país, el bosque húmedo de montaña representa uno de los ecosistemas más restringidos y vulnerables debido a estar sujeto a fuertes procesos de deterioro

y fragmentación. Su cubierta original se ha reducido a más del 50% y ha sido remplazada por otros tipos de coberturas como la plantación de cafetales (Challenger, 1998). En el estado de San Luis Potosí, el BHM se distribuye en forma de relictos dispersos en los municipios de Tamasopo, Alaquines, Ciudad del Maíz, El Naranjo y Xilitla; todos ubicados en la Sierra Madre Oriental, sumando una superficie cercana a las 3,240 hectáreas (Leija *et al.*, 2011).

En la RPC Xilitla, el BHM se distribuye en la porción de barlovento —entre las selvas altas perennifolias y subperennifolias, y los bosques de coníferas y de *Quercus*— donde se presentan las condiciones de mayor humedad (Puig, 2005). Se desarrolla sobre suelos someros del tipo Leptsoles, Regosoles, Feozems y Luvisoles, con abundante contenido de materia orgánica en estructuras sinclinales. Las laderas de los pliegues donde se encuentra suelen tener pendientes superiores a los 40°, en lugares poco accesibles e inapropiados para cualquier uso del suelo (Leija *et al.*, 2011).

Entre los estudios sobre la flora del BHM, destacan el de Rzedowski (1966), quien enlistó en el estrato arbóreo a *Q. germana*, *Q. sartorii*, *Q. perseaeifolia*, *Liquidambar styraciflua*, *Carya palmeri*, *Chaetoptelea mexicana*, *Clethra pringlei*, *Clethra quercifolia*, *Dahlbergia* sp., *Juglans hirsuta*, *Magnolia dealbata*, *Morus celtidifolia*, *Persea* spp., *Platymiscium* sp., *Robinsonella* sp. y *Tilia floridana*. Por su parte, Puig (1991)

reporta para la sierra de Xilitla: *Liquidambar styraciflua*, *Quercus germana*, *Sambucus mexicana*, *Q. sartorii*, *Dendropanax arboreus*, *Clethra pringlei*, *Ulmus mexicana*, *Trema micrantha*, *Colubrina greggii*, *Gymnanthes longipes*, *Morus celtidifolia*, *Wimmeria concolor*, *Heliocarpus appendiculatus*, *Oreopanax xalapense* y *Zanthoxylum elephanthiasis*.

Trabajos recientes documentan la presencia de al menos 199 especies en Tamasopo, donde predominan: *Liquidambar styraciflua*, *Quercus pinnativenulosa* y *Q. germana* en el estrato arbóreo superior, *Persea liebmannii*, *Magnolia schiedeana* e *Ilex rubra* en el estrato arbóreo intermedio y *Eugenia xalapensis* en el estrato arbóreo inferior (Fortanelli *et al.*, 2014).

Algunas iniciativas locales han conseguido frenar y, en algunos casos, revertir la pérdida del BHM y otros ecosistemas forestales de importancia ecológica ubicados en la RPC Xilitla. Se ha logrado esto a pesar de que dichos espacios han experimentado desde hace al menos tres décadas procesos de deforestación que han alterado, fragmentado y transformado estos ecosistemas en áreas agrícolas y pecuarias. Los objetivos de esta contribución son: conocer la distribución actual del bosque; caracterizar las condiciones físicas y geográficas donde se desarrolla y; aportar información relevante sobre el estado que guarda este ecosistema.

## Materiales y métodos. Elaboración de mapas de vegetación y usos de la tierra

Como primer paso, se elaboraron mapas de la cubierta vegetal y usos de la tierra de 1973, 1995, 2007 y 2014, obtenidos a partir de la interpretación de dos imágenes de satélite **Spot** (10 metros de resolución espacial), una Landsat (30 metros de resolución espacial) y una ortofoto digital de 1995. Las imágenes fueron clasificadas mediante los métodos de clasificación supervisada y no supervisada, a través del software **ENVI 4.8**. Para determinar la respuesta espectral de los elementos presentes en las imágenes de satélite, se ubicaron puntos de control correspondientes a los diferentes tipos de cubierta vegetal y usos de la tierra, como son: bosque de **Liquidambar**, bosque encino, bosque de pino, bosque de pino-encino, vegetación secundaria leñosa, áreas de agricultura y ganadería, áreas recuperadas y/o reforestadas, asentamientos humanos y vías de comunicación.

Las imágenes Spot de 2014 utilizadas en el presente trabajo fueron proporcionadas por la Estación de recepción México de la constelación SPOT (ERMEX), en convenio con la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Los productos se generaron a partir de datos provenientes de la ERMEX-UASLP 2014.

Los puntos de control fueron digitalizados de forma visual, mediante un compuesto en falso color de las imágenes **Spot** (RGB 432). Esta combinación de bandas resalta el vigor de la vegetación: se compone de las

bandas infrarrojas, que contrastan con los fragmentos de vegetación de bosque, así como con las diferentes tonalidades de rojo. En tanto que el color azul se relaciona con las zonas de agricultura, ganadería y zonas sin cobertura vegetal, que se diferencian por su forma geométrica regular (Lillesand *et al.*, 2004).

Una vez generada la clasificación de la imagen de la fecha más reciente, se procedió a analizar su correspondencia con la respectiva imagen satelital mediante una sobreposición. Los polígonos que generaron dudas sobre su correcta clasificación, o que no correspondían con la realidad, fueron verificados directamente en campo y georeferenciados con un GPS. Para ello, se realizaron seis recorridos de campo, donde se identificaron 340 puntos en toda la zona de estudio. Durante los recorridos se corroboró el uso actual de la tierra y la cubierta vegetal, las condiciones físicas del terreno y el uso de la tierra asociado a dichas condiciones físicas. Además, se tomaron en cuenta elementos conspicuos del paisaje, como tipo de suelo, relieve y actividades económicas.

El polígono delimitado del BHM fue sobrepuesto en las capas digitales de altitud, geología, clima, precipitación, pendiente y límites ejidales, para reconocer su relación y corroborar su distribución. Posteriormente, se cuantificó la superficie de cada variante y su correspondencia con las características ambientales, señaladas previamente.

## Resultados

En la RPC Xilitla, el BHM se distribuye sobre una franja —paralela a la Sierra Madre Oriental— localizada en Xilitla, con una superficie de 3,758 hectáreas; específicamente sobre los ejidos de Cerro Quebrado, Chalahuite, Coronel José Castillo, Miramar, Ollita del Pino y Soledad de Zaragoza. Aunque originalmente se extendía hasta la porción central del municipio de Aquismón, a la fecha este ecosistema se encuentra muy fragmentado; lo que impide cartografiarlo con precisión (figura 1 y cuadro 1).

Las principales variantes identificadas y su superficie son:

1. Bosque con dominancia de *Liquidambar*: 765 hectáreas.
2. Bosque con dominancia de encino: 661 hectáreas.
3. Bosque con dominancia de cedro: 1,171 hectáreas.
4. Bosque recuperado con dominancia de *Liquidambar*: 1,160 hectáreas.

Los bosques recuperados con dominancia de *Liquidambar* ocupan cerca del 30% de la superficie total del BHM; lo que se explica porque es una especie pionera en colonizar espacios abandonados. Además de sus características heliófilas —es decir, que necesita una exposición directa al sol para su desarrollo— se reproduce vegetativamente y por semilla: esto le otorga ventajas adicionales sobre otras especies.

No obstante, el *Liquidambar* presenta limitaciones fisiológicas específicas para su desarrollo, derivadas de las condiciones ambientales (humedad y temperatura). Por ejemplo, para su germinación requiere de un sustrato poroso que le permita retener el agua y mantener la humedad constante (Pearson y Dawson, 2003; Fortanelli *et al.*, 2014).

## Caracterización físico-geográfica

Una de las características del BHM es que se encuentra distribuido en forma de “archipiélagos climáticos”, con orientación hacia el barlovento y confinado a estrechas zonas altitudinales de las regiones montañosas. En general, las laderas pronunciadas y las zonas de relieve accidentado constituyen su hábitat más frecuente (Rzedowski, 2006). Dicho patrón coincide con el de las principales variantes del bosque identificadas en Xilitla y con la orientación de los pliegues de la Sierra Madre Oriental. Tal configuración espacial se asocia al tipo de roca que subyace y al gradiente de precipitación.

La franja del BHM localizado en el RPC Xilitla se ubica en la unidad fisiográfica de la Sierra Madre Oriental; esto debido al levantamiento y deformación de rocas mesozoicas. La SMO es principalmente un conjunto de Sierras menores de estratos plegados, constituidos por rocas sedimentarias marinas (cretácicas y del Jurásico Superior); entre las que destacan las

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS DEL BHM (SUPERFICIE EN HECTÁREAS)

Tipo de bosque por dominancia de especies	Precipitación (mm)		Geología			Edafología				Altitud (m)				Sup. total
	1200-1500	1501-2000	Caliza	Luvisol	Leptosol	1,500	1,600	1,700	1,800					
<i>Liquidambar</i>	137.1	628	765.1	42.9	722.4	149.5	403.1	90	122.9	765.1				
Encino	25.3	635.8	661	46.9	614.1	86.6	141	371.7	61.6	661				
Cedro	242.3	928.6	1,171	242.3	928.6	231.8	361.1	526.9	51.1	1171				
<i>Liquidambar</i> recuperado	263.3	897.6	1,160.9	158.9	1,002	133.7	264.7	708.2	54.2	1,160.9				

calizas y en menor proporción las areniscas, lutitas y rocas arcillosas (figura 2 y cuadro 1).

El rasgo físico de mayor importancia para definir los límites del BHM está asociado principalmente con la altitud. En Xilitla, el área de distribución de este bosque se sitúa entre los 1,400 y 1,800 metros sobre el nivel del mar, en la porción de barlovento de la Sierra Madre Oriental. La mayor parte del bosque se sitúa a los 1,500 y 1,600 metros (figura 3). Los terrenos que ocupa esta franja de bosque se ubican en áreas de pendiente, cuya inclinación van desde los 3° a los 45°.

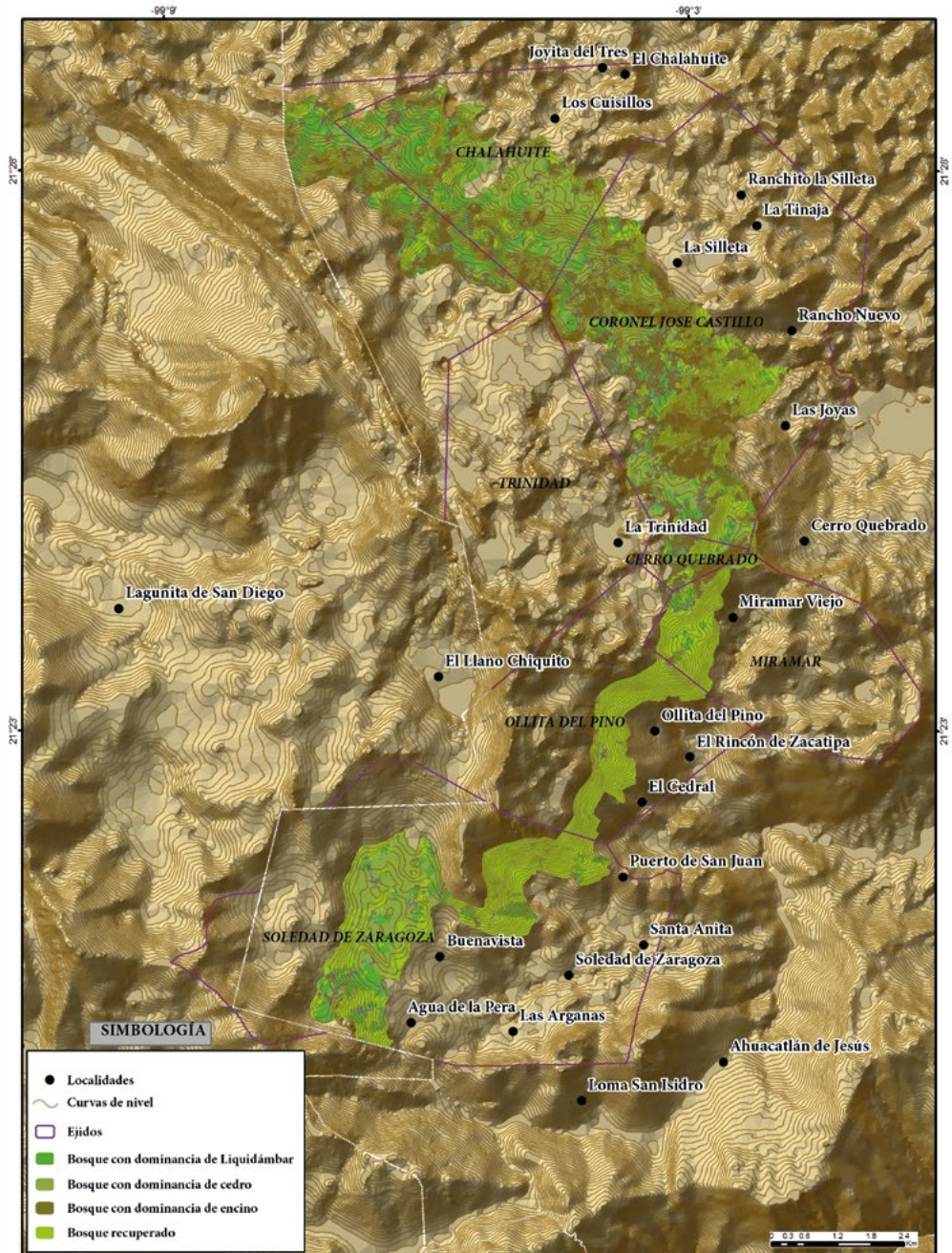
De acuerdo con la clasificación de la FAO, los BHM son considerados sitios fuertemente inclinados y moderadamente escarpados. La humedad es otro de los factores fundamentales que determinan la distribución de este tipo de bosque: el 80% de su superficie se sitúa entre las isoyetas de 1,500 y 2,000 milímetros de precipitación anual, en las áreas donde predomina el clima cálido-húmedo y cálido-subhúmedo (figura 4).

Las áreas de BHM tienen pendientes que, en promedio, son más abruptas que las del paisaje en general; es decir, que los remanentes de estos bosques se encuentran en lugares de difícil acceso. Lo anterior coincide con lo reportado para otros tipos de vegetación como las selvas, en donde se ha documentado la remoción completa de la cubierta forestal en las pendientes suaves (0-5%); dejando sólo remanentes en las pendientes mayores a 60%. Generalmente en terrenos con pendientes moderadas y fuertes no se establecen áreas agrícolas ni pecuarias, debido a su inaccesibilidad. Además, los suelos se pierden a causa de la erosión que elimina su cubierta vegetal, volviéndolos improductivos (Reyes *et al.*, 2006; Trejo y Dirzo, 2000; Maass, 1995).

Afortunadamente es visible la recuperación y restauración natural del bosque, a la par de las intensas actividades de reforestación realizadas en la zona durante los últimos 10 años. Dicha recuperación es alentadora y abre nuevas oportunidades para la restauración del BHM. Este ecosistema es



FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DEL BHM EN LA RPCX





de suma importancia por la biodiversidad biológica que ofrece, cuyo valor es proporcional a la gran extensión territorial que ocupa. Por último, destaquemos que, a pesar de que enfrenta grandes problemáticas como el cambio climático y la deforestación, ofrece oportunidades para su conservación y recuperación (figura 5).

Es importante destacar que en la RPC Xilitla experimenta un proceso de recuperación del bosque, principalmente por la especie de *Liquidambar*. La sucesión ecológica ha permitido naturalmente su evolución vegetal, misma que podría ser la más indicada para iniciar un proceso de restauración natural en la zona. De seguir así, algunos fragmentos con bosques perturbados y vegetación secundaria podrían ser utilizados como corredores, para ayudar a conectar los relictos de bosque y reducir significativamente su aislamiento.

Dicha recuperación se ha logrado en buena medida por las acciones de los pobladores, quienes han optado por descansar sus tierras de labor; como en el caso del ejido Coronel José Castillo, en donde puede observarse un claro proceso de recuperación de las coberturas boscosas. Esto difiere de lo reportado por otros autores (Leija *et al.*, 2011; Sahagún *et al.*, 2011; Miranda *et al.*, 2012; Peralta *et al.*, 2014; Leija y Pavón, 2017), quienes han señalado que en la región Huasteca potosina los bosques registran tasas de deforestación negativas, en consonancia con el resto del país.

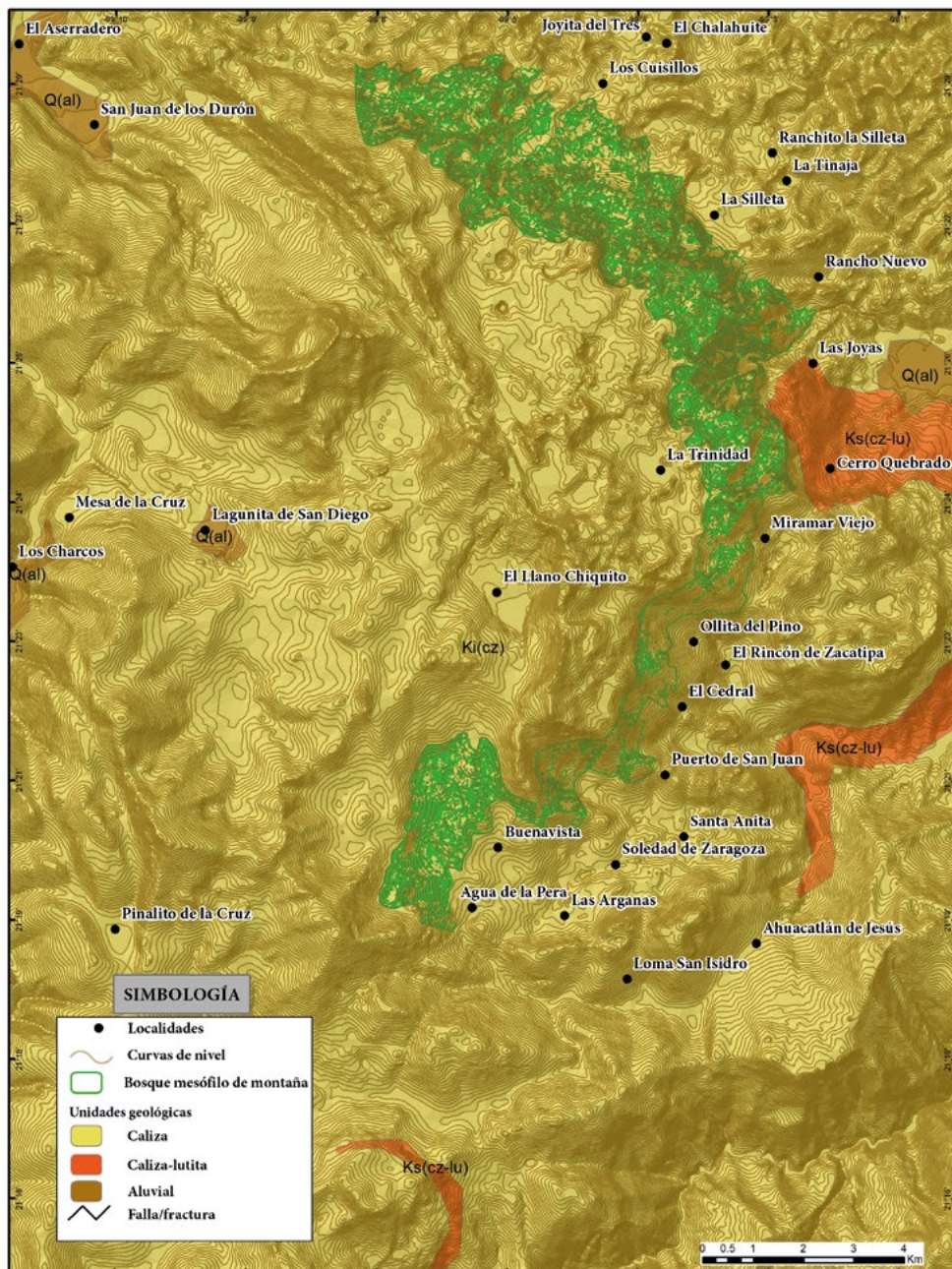
Sin embargo, cuando la especie de *Liquidambar* es consumida por el ganado, los fragmentos se aíslan entre sí; lo que genera espacios abiertos. Por ello, los bancos de semilla no logran colonizar estas áreas de manera natural (Montoya, 2009). Esta actividad también impacta en la capacidad del bosque: afecta a los rebrotes, plántulas y plántones de las especies leñosas y espinosas, que a la larga colonizan los terrenos (Challenger, 1998). Por esta razón, resulta necesario mantener el cese de la actividad ganadera en los sitios en recuperación.

## Conclusiones

El bosque de niebla en la RPC Xilitla suma 3,758 hectáreas, dominadas principalmente por especies de *Liquidambar*, encino, cedro. La mayor proporción de bosque se sitúa entre los 1,500 y 1,600 metros sobre el nivel medio del mar. Está asentada en rocas calizas, con pendientes que oscilan entre los 3 y 45° y con una precipitación que va de los 1,500 a 2,000 milímetros anuales. Destaca el hecho que los bosques recuperados con dominancia de *Liquidambar* ocupan cerca del 30% de la superficie total.

Por lo anterior, resulta imprescindible documentar y analizar la dinámica de los cambios en los usos de la tierra; así como la transformación de los ecosistemas forestales prioritarios para su conservación en las áreas adyacentes a la RPC Xilitla. La sucesión ecológica de algunas especies del bosque ha

FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DEL BHM Y SU RELACIÓN CON LA GEOLOGÍA



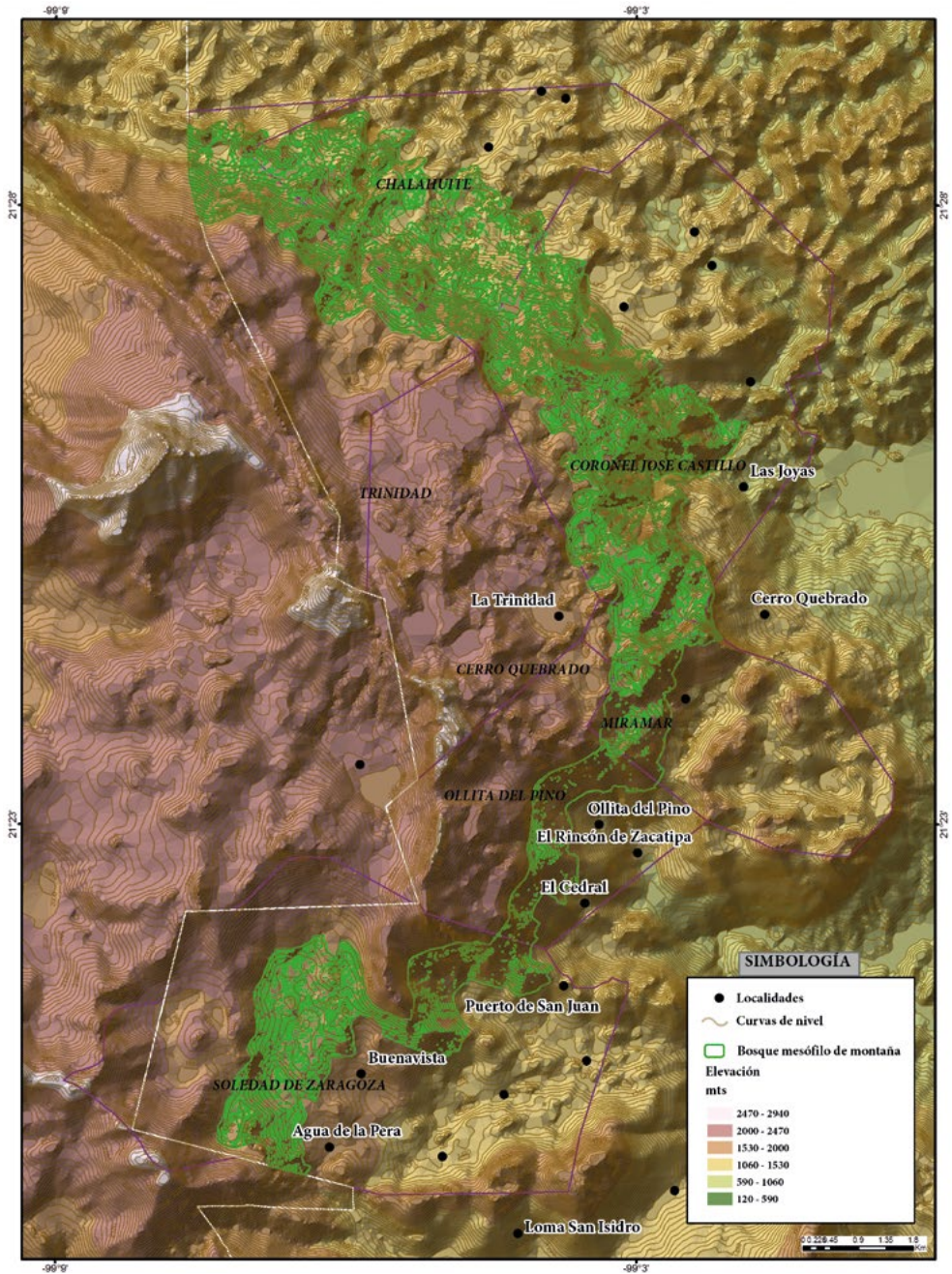
permitido su recuperación: tanto por su propia dinámica interna como por las acciones de conservación empleadas por parte de los pobladores de la región. Es necesario realizar estudios sobre la biodiversidad de estos sitios, la estructura de la vegetación antes del deterioro y las trayectorias ecológicas de los principales indicadores de ecosistema.

## Referencias

- Aldrich, M., P. Bubb, S. Hostettler y H. de Wiel (comps.) (2000), *Bosques nublados tropicales montanos: tiempo para la acción*, Cambridge: WWF International / UICN.
- Bubb, P., I. May, L. Miles y J. Sayer (2004), *Cloud Forest Agenda*, Cambridge: UNEP-WCMC. Disponible en: [www.unep-wcmc.org/resources/publications/UNEP\\_WCMC\\_bio\\_series/20.htm](http://www.unep-wcmc.org/resources/publications/UNEP_WCMC_bio_series/20.htm)
- Challenger, A. (1998), *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro*, México: CONABIO / IB / UNAM / Agrupación Sierra Madre.
- Challenger, A., y J. Soberón (2008), *Los ecosistemas terrestres*, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 87-108
- CONABIO (2010), *El bosque mesófilo de montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Fortanelli, J., P. Castillo y J. García (2014), "Florística y estructura de Copalillo, un relicto de bosque de niebla en San Luis Potosí". En: *Acta Botánica Mexicana*, 106, 161-186.
- Hamilton, L. S., J. O. Juvik y F. N. Scatena (eds.) (1995), *Tropical Montane Cloud Forests*, Nueva York: Springer Verlag.
- Lilesand, T. M., R. W. Keiffer y J. W. Chipman (2004), *Remote sensing and image interpretation*, Nueva York: John Wiley & Sons Inc.
- Leija, G., H. Reyes, J. Fortanelli y G. Palacio (2011), "Situación actual del bosque de niebla en el estado de San Luis Potosí". En: *Investigación y Ciencia*, 53, 3-11.
- Leija-Loredo, E. G. y N. P. Pavón (2017), "The northernmost tropical rain forest of the Americas: endangered by agriculture expansion". En: *Tropical Ecology*, 58, 641-652.
- Maass, M. J. (1995), "Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture". En: Bullock, S., H. Money y E. Medina (eds.), *Seasonally dry tropical forests*, Cambridge: Cambridge University Press, 399-422.
- Montoya, T. J. N. (2009), "Diagnóstico participativo de los procesos de deforestación en dos comunidades de la Sierra Madre Oriental del estado de San Luis Potosí" [tesis de maestría], México: PMPCA-UASLP.
- Miranda-Aragón, L., E. Treviño-Garza, J. Jiménez-Pérez, O. Aguirre-Calderón, M. González-Tagle, M. Pompa-García y C. Aguirre-Salado (2012), "Tasas de deforestación en San Luis Potosí, México (1993-2007)". En: *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19 (2), 201-2015.
- Pearson, R. G. y T. P. Dawson (2003), "Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are the bioclimate envelope models



FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN DEL BHM Y SU RELACIÓN CON LA ALTITUD



- useful?" En: *Global Ecology and Biogeography*, 12, 361-371.
- Peralta, C., C. Contreras, G. Galindo, M. Algara y J. Mas (2014), "Deforestation rates in the Mexican Huasteca region (1976-2011)". En: *Journal of Agricultural Science and Technology*, 3 (1), 1-20.
- Puig, H. (1991), *Vegetación de la Huasteca, México. Estudio fitogeográfico y ecológico*, México: Institut Francais de recherche, Scientifique four le Developement en Coopération (ORSTOM) / Instituto de Ecología / Centre D'Ettudes Mexicaines et Centraméricaines (CEMCA).
- Puig, H. (2005), "La biogeografía de las plantas del bosque mesófilo". En: Sánchez-Ramos, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds.). *Historia Natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo*, México: UAT.
- Reyes, H., M. Aguilar-Robledo, J. R. Aguirre y I. Trejo (2006), "Cambios en la cubierta vegetal y uso del suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México". En: *Investigaciones Geográficas*, 59, 26-42.
- Rzedowski, J. (1966), "Vegetación del estado de San Luis Potosí" [tesis doctoral], México: UNAM.
- Rzedowski, J. (2006), *Vegetación de México* [edición digital], México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: [https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx\\_Cont.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf)
- Sahagún, S. F. J., H. Reyes, J. L. Flores y L. Chapa (2011), "Modelización de escenarios de cambio potencial en la vegetación y uso del suelo en la Sierra Madre Oriental de San Luis Potosí, México". En: *Journal of Latin American Geography*, 10 (2), 65-85.
- Toledo, T. (2009), "El bosque de niebla". En: *Biodiversitas*, 83, 1-6.
- Trejo, I y R. Dirzo (2000), "Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico". En: *Biological Conservation*, 94, 133-142.
- Villaseñor, J. L. (2010), *El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico*, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Universidad Autónoma de México.



FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN DEL BN Y SU RELACIÓN CON EL TIPO DE CLIMA

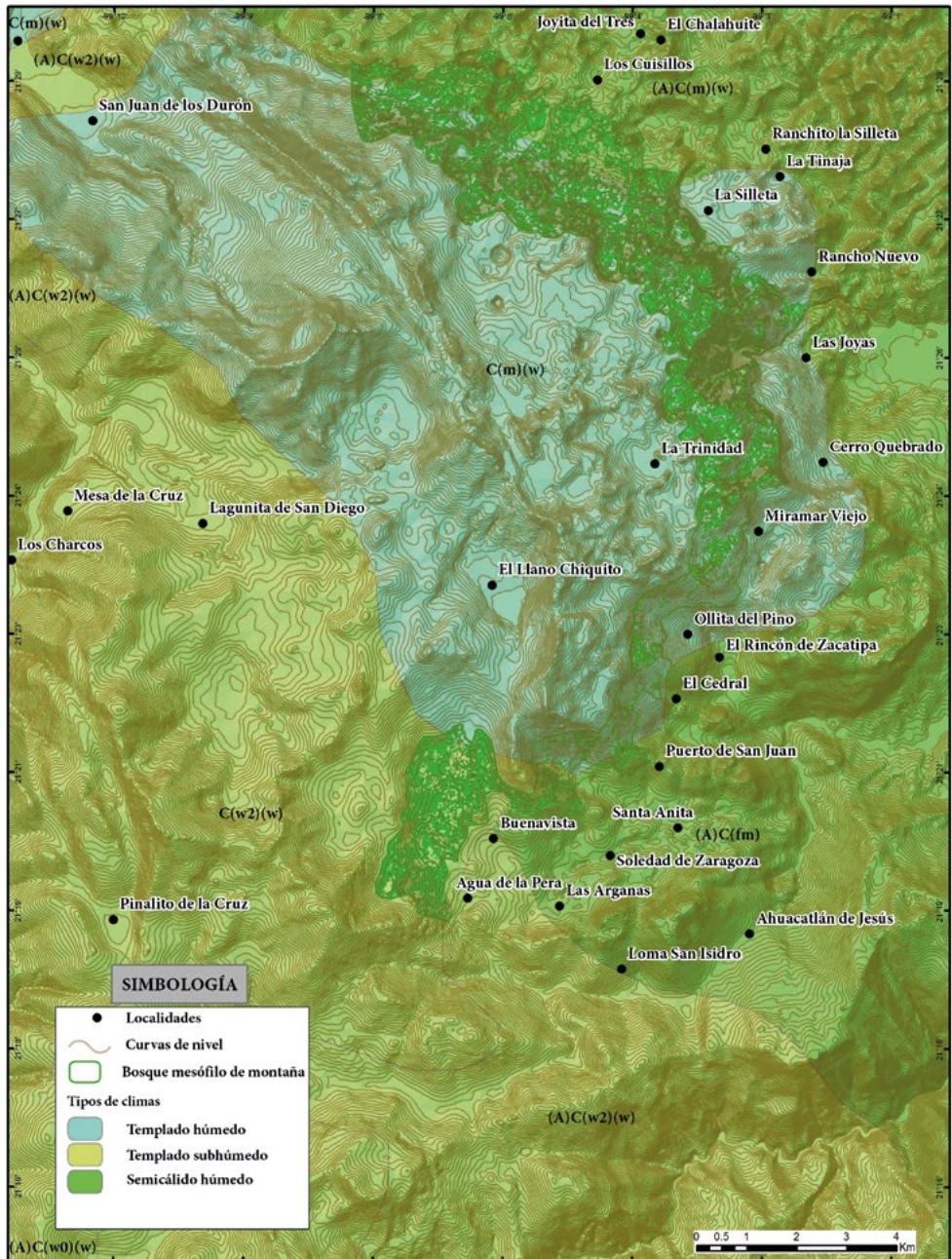




FIGURA 5. BOSQUES RECUPERADOS CON DOMINANCIA DE *LIQUIDAMBAR* EN LA RPC XILITLA



Capítulo 4

# Avifauna

FRANCISCO JAVIER SAHAGÚN SÁNCHEZ



*Amazilia yucatanensis*



La región de Xilitla presenta una importante riqueza avifaunística por la distribución de 342 especies de aves: correspondientes a 23 órdenes, 57 familias y 214 géneros. Esta diversidad es posible por la presencia de selvas y bosques, que proveen las condiciones naturales necesarias. Del total de especies, 41 se encuentran en alguna categoría de riesgo, 37 son endémicas y 20 son prioritarias para la conservación. Desafortunadamente, los procesos de transformación que se manifiestan en los ecosistemas de la zona amenazan su conservación y la de otros grupos taxonómicos que los habitan. Se espera que la información generada en este capítulo permita desarrollar acciones de manejo y aprovechamiento, que garanticen la conservación de la riqueza avifaunística en la zona.

## Introducción

Históricamente se ha reconocido a la región de Xilitla por su diversidad avifaunística, relacionada con la presencia de coberturas de vegetación que incluían selvas altas perennifolias, selvas medianas subperennifolias, bosques mesófilos de montaña, bosques de coníferas y encinos, entre otras (Luna *et al.*, 2004; Navarro *et al.*, 2004). En los últimos años se ha documentado una intensa transformación de los paisajes originales, debido a los cambios en los usos de suelo y deforestación en la zona; lo que ha propiciado el remplazo de la cubierta vegetal de origen por áreas de cultivos de temporal y pastizales (Castro *et al.*, 2017).

Los procesos de cambio han tenido un impacto significativo en la biodiversidad de la región, principalmente por la modificación y degradación de ecosistemas que ha propiciado una reducción de las áreas de distribución de las distintas especies de animales y plantas que han sido registradas en los estudios realizados (Sahagún *et al.*, 2013).

A partir de la llegada de los españoles a México, la región de la Sierra Madre Oriental fue una de las primeras áreas donde se estudió y describió la diversidad biológica en el Nuevo Mundo (Navarro *et al.*, 2004). Singularmente porque se ubica en una de las rutas de paso, que los naturalistas utilizaron de forma obligada en su trayecto de Veracruz hacia el centro del país.

Los primeros registros de avifauna en Xilitla se derivan de los estudios realizados por Salvin y Goldman entre 1879 y 1884, durante la exploración de la flora y fauna de México (Lowery y Newman, 1951). Posteriormente, se realizaron distintas expediciones entre las que destacan la de Sutton y Burleigh (1940) y la de Newman (1947). Años después, otros estudios documentaron la avifauna de los bosques húmedos de montaña, lo que derivó en la descripción de una nueva especie: el Tecolote Tamaulipeco (*Glaucidium sanchezi*), endémica a la Sierra Madre Oriental (Lowery y Newman, 1949). También, se registraron especies como el Picogordo Cuello Rojo (*Rhodothraupis celaeno*) (Sutton, 1950) y la Chara Gorro Azul (*Cyanolyca cucullata*

*mitrata*) (Pitelka, 1951), endémicas de México, entre otras (Sánchez y García, 2010).

Para 1952, Davis realizó un conteo navideño en Xilitla, el cual reveló información importante sobre las especies residentes y migratorias. Para entonces, los distintos trabajos posicionaban ya a esta región como un sitio de gran interés por su riqueza avifaunística (Lowery y Newman, 1951). Durante algunos años posteriores, el estudio de las aves en la región estuvo inactivo, lo que generó un vacío de datos.

Entre 1995 y el 2005, un grupo de investigadores del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México realizó varios estudios sobre la diversidad de aves y otros grupos taxonómicos en la zona (Sánchez y García, 2010). En años recientes, se sumaron algunos registros a partir de estudios de la distribución de la avifauna de la Sierra Madre Oriental, que incluyen datos sobre Xilitla (Sahagún *et al.*, 2013; Castro *et al.*, 2017).

A pesar de que desde el año de 1923 existe un decreto que establece una importante superficie (29,885 hectáreas) de la región como área protegida, se tiene evidencia de una notable transformación en el paisaje: se estima una pérdida de más del 70% de las cubiertas vegetales originales en lo que actualmente se conoce como la Región Prioritaria para la Conservación (RPC) Xilitla (Sahagún *et al.*, 2011; Reyes *et al.*, 2017). Esta región presenta una configuración fisiográfica formada por plegamientos orográficos

propios de la sierra, con altitudes hasta de 2,800 metros. En la porción más húmeda, se localizan las selvas medianas y algunos relictos de selva alta perennifolia; hacia el oeste, predominan los bosques templados de pino y encino, además del bosque húmedo de montaña. La presencia de estas coberturas ha favorecido la distribución de especies emblemáticas e indicadoras de la calidad del hábitat, como el Jaguar (*Panthera onca*) y la Guacamaya Verde (*Ara militaris*) (Sahagún *et al.*, 2013).

La RPC Xilitla se ubica en el área de endemismo de aves denominada Noreste Mexicano y Pendiente del Golfo. Dada la prioridad crítica que tiene para el grupo taxonómico, es urgente emprender acciones de conservación (Birdlife, 2016); por ello, la importancia de los estudios que permitan conocer la riqueza avifaunística de la región. En el presente capítulo se sistematiza la información existente sobre el conocimiento de las aves en el ámbito de la RPC Xilitla y se analizan los patrones de riqueza, estacionalidad, endemismo y las categorías de riesgo de las aves registradas en la zona. Con ello, se busca generar un insumo de soporte para el desarrollo de programas y para el establecimiento de prioridades de conservación.

## Materiales y métodos

### COLECTA DE INFORMACIÓN

La obtención de datos de registros de ocurrencia histórica y la conocida de las



especies incluyeron una extensa revisión bibliográfica. Dicha revisión partió de la búsqueda en catálogos y bases de datos de colecciones científicas en instituciones nacionales, como el Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias; así como de otras bases en línea de instituciones en el extranjero. Se consultó la información del Atlas de las Aves de México (Navarro *et al.*, 2003) y otras fuentes como las avifaunas estatales de CIPAMEX (Sánchez y García, 2010). Del mismo modo, se obtuvo información de portales de ciencia ciudadana como Naturalista y aVerAves; también de la Red Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF) y el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO.

## **ANÁLISIS DE LOS PATRONES DE LA RIQUEZA AVIFAUNÍSTICA**

Se elaboró una lista anotada de las especies, basada en la secuencia taxonómica propuesta por la American Ornithologists Union (AOU, 1998) y en los suplementos actualizados de la American Ornithological Society (AOS) al 2018 (Chesser *et al.*, 2018). Para verificar las posibles sinonimias, se realizaron verificaciones en la base de datos mundial de aves (Avibase - The World Bird Database) (Avibase, 2019). La lista tiene una estructura sistemática por órdenes, familias, géneros y especies; a partir de la cual se realizaron los análisis de riqueza, estacionalidad y endemismo.

Para el estatus de residencia de las aves se utilizó la clasificación propuesta por Howell y Webb (1995), que consiste en las siguientes categorías: Residentes permanentes (RB), Residentes de verano (SR), Migratorias residentes de invierno (WV), Transitorias (T) y Otras (O), para especies que presentan poblaciones con combinaciones de las anteriores. Las categorías de endemismo se asignaron de conformidad con lo establecido por González y Gómez (2003), quienes clasifican a las especies como endémicas a México, cuasiendémicas o, semiendémicas a México, y lo propuesto por Navarro y colaboradores (2004) para las endémicas a la SMO.

Con respecto a las categorías de riesgo, las especies se clasificaron con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) en: especies sujetas a protección especial (Pr), especies amenazadas (A) y especies que se encuentran en peligro de extinción (P). Además, se determinaron las especies prioritarias para la conservación, definidas por acuerdo de la SEMARNAT (DOF, 2014).

## **Resultados**

### **PATRONES DE RIQUEZA Y ESTACIONALIDAD DE LAS AVES**

La avifauna de la RPC Xilitla está compuesta por 342 especies (anexo 1) que corresponden a 23 órdenes, 57 familias y 214 géneros. El orden predominante corresponde a los

Passeriformes (aves de percha), con 26 familias y 203 especies; seguido de los Apodiformes (colibríes y vencejos), con 21 especies. Le siguen los Accipitriformes (gavilanes y aguilillas), con 15 especies; los Pelecaniformes (garzas e Ibis), con 12 especies; así como los Piciformes (carpinteros y tucancillos), Strigiformes (búhos y tecolotes) y los Columbiformes (palomas y tortolitas) con 11 especies (cuadro 1).

Las familias mejor representadas fueron la Parulidae (chipes y mascaritas), con 33 especies; la Tyrannidae (papamoscas y mosqueritos) con 28; Cardinalidae (cardenales y picogordos) y Troglodytidae (colibríes), con 18 cada una; la Passerellidae (gorriones y rascadores) con 17 y los de la Turdidae (mirlos y zorzales), con 16 especies.

El orden de los Passeriformes (aves de percha) concentra también el mayor número

**CUADRO 1. REPRESENTATIVIDAD DE LA RIQUEZA AVIFAUNÍSTICA EN LA REGIÓN DE XILITLA POR ÓRDENES**

Orden	Familias	Géneros	Especies	Endémicas	NOM-059	Prioritarias
Passeriformes	26	114	203	24	12	1
Apodiformes	2	15	21	7	0	0
Accipitriformes	2	9	15	0	8	1
Pelecaniformes	2	9	12	0	1	0
Piciformes	2	7	11	0	2	0
Columbiformes	1	3	11	0	1	1
Strigiformes	2	7	11	2	3	1
Anseriformes	1	7	8	0	1	8
Galliformes	3	7	7	1	3	2
Coraciiformes	2	4	6	0	0	0
Falconiformes	1	4	6	0	2	0
Psittaciformes	1	5	6	2	5	6
Cuculiformes	1	2	5	0	0	0
Caprimulgiformes	1	2	4	1	0	0
Trogoniformes	1	1	4	0	1	0
Cathartiformes	1	2	2	0	0	0
Charadriiformes	1	1	2	0	0	0
Gruiformes	1	2	2	0	0	0
Suliformes	2	2	2	0	0	0
Ciconniformes	1	8	1	0	1	0
Nyctibiiformes	1	1	1	0	0	0
Podicipediformes	1	1	1	0	0	0
Tinamiformes	1	1	1	0	1	0
<b>Totales</b>	<b>57</b>	<b>214</b>	<b>342</b>	<b>37</b>	<b>41</b>	<b>20</b>

de especies endémicas y en categoría de riesgo (24 y 12, respectivamente). Seguidos en importancia están los Psittaciformes (loros, pericos y guacamayas), con dos especies endémicas; cinco en alguna categoría de riesgo y; seis determinadas como prioritarias para la conservación.

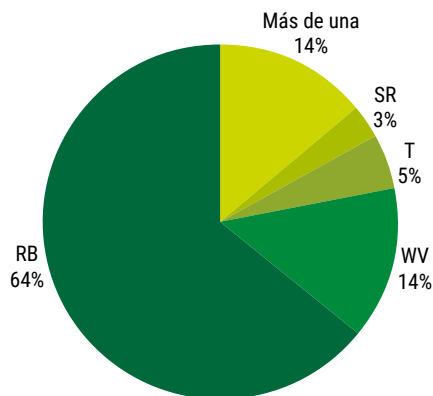
La avifauna de la región se compone estacionalmente en su mayoría por aves residentes permanentes (RB), con un 64% del total. Estas especies se reproducen en México y es posible encontrarlas en el país durante todo el año. El resto de las especies registradas incluyen un 14% de aves migratorias residentes de invierno (WV), que se reproducen en Estados Unidos o Canadá; pero que pasan el invierno en México. El 5% corresponde a especies migratorias de paso, que cruzan el territorio nacional como parte de su ruta hacia Centro y Sudamérica; el 3% sólo están en México durante la etapa reproductiva (primavera-verano) y

pasan el resto del año en Sudamérica. Por último, el 14% son especies que presentan combinaciones con más de una categoría de estacionalidad o que han sido registradas incidentalmente en la zona (figura 1).

#### AVES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN, ENDÉMICAS Y EN CATEGORÍA DE RIESGO

En la región se registraron 20 especies de aves consideradas como prioritarias por la SEMARNAT (DOF, 2014), de las cuales 11 no tienen una categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010; pero se sabe están sometidas a presión por aprovechamiento de carácter cinegético, principalmente. Entre las especies prioritarias en esta condición se encuentran el Pijije Alas Blancas (*Dendrocygna autumnalis*), el Pato Arcoíris (*Aix sponsa*), la Cerceta de Alas azules (*Spatula discors*), el Pato Friso (*Mareca strepera*), el Pato Chalcuán (*Mareca americana*), el Pato Coacoxtle (*Aythya valisineria*), el Pato

FIGURA 1. COMPOSICIÓN DE LA AVIFAUNA POR CATEGORÍA DE ESTACIONALIDAD





*Nyctibius jamaicensis*

Tepalcate (*Oxyura jamaicensis*), el Guajolote Norteño (*Meleagris gallopavo*) y la Paloma de Alas Blancas (*Zenaida asiática*). Otras especies de esta lista incluyen al Águila Pescadora (*Pandion haliaetus*) y el Loro Cachetes Amarillos (*Amazona autumnalis*); este último se encuentra amenazado por su venta como mascota.

Un total de 41 especies registradas en la zona se encuentran en alguna categoría de riesgo de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que corresponde al 12% de la riqueza total. Se declararon seis especies en peligro de extinción, entre las que se encuentran el Pato Real (*Cairina moschata*), la Codorniz Coluda Veracruzana (*Dendrortyx barbatus*), el Tecolote Tamaulipeco

(*Glaucidium sanchezi*), la Guacamaya Verde (*Ara militaris*), el Loro Tamaulipeco (*Amazona viridigenalis*) y la Mascarita de Altamira (*Geothlypis flavovelata*). Un total de 15 especies se encuentran amenazadas; incluidas el Hocofoisán (*Crax rubra*), la Paloma Cara Blanca (*Zentrygon albifacies*), el Gavilán Zancón (*Geranospiza caerulescens*), el Perico Mexicano (*Psittacara holochlorus*) y el Loro de Corona Blanca (*Pionus senilis*) y el Chipe Lores Negros (*Geothlypis tolmiei*).

Las 20 especies restantes están catalogadas como sometidas a protección especial: la Codorniz Silbadora (*Dactylortyx thoracicus*), la Cigüeña Americana (*Mycteria americana*), la Garza Tigre Mexicana (*Tigrisoma mexicanum*), el Tucancillo Verde



(*Aulacorhynchus prasinus*), el Carpintero Pico Plateado (*Campephilus guatemalensis*), el Perico Pecho Sucio (*Eupsittula nana*) y el Colorín Sietecolores (*Passerina ciris*), entre otras especies. Es probable que en la RPC Xilitla existan otras especies amenazadas como la Pava Cojolita (*Penelope purpurascens*) y el Halcón Fajado (*Falco femoralis*); o sujetas a protección especial, como la Aguillilla Alas Anchas (*Buteo platyterus*) y el Búho Sabanero (*Asio flammeus*).

El 10.8% del total de las especies (37 spp) presenta alguna categoría de endemismo. Se destaca la existencia de 11 especies endémicas a México, donde se incluyen: el Zumbador Mexicano (*Atthis heloisa*), el Rascador Nuca Blanca (*Atlapetes albinucha*), la Mascarita Matorralera (*Geothlypis nelsoni*) y el Picogordo Cuello Rojo (*Rhodothraupis celaeno*). También se registraron 11 especies cuasiendémicas como: el Tapacamino Ticurú (*Antrostomus salvini*), el Colibrí Vientre Canelo (*Amazilia yucatanensis*) y el Cuervo Tamaulipeco (*Corvus imparatus*). Además de 13 especies consideradas semiendémicas, incluidos varios colibríes como Garganta Azul (*Lampornis clemenciae*), Lucifer (*Calothorax lucifer*), Barba Negra (*Archilochus alexandri*), Zumbador Cola Ancha (*Selasphorus platycercus*) y Pico Ancho (*Cynanthus latirostris*). Las dos especies endémicas a la Sierra Madre Oriental son la Codorniz Coluda Veracruzana (*Dendrortyx barbatus*) y el Tecolote Tamaulipeco (*Glaucidium sanchezi*).

## AMENAZAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA AVIFAUNA

La modificación de las selvas de la zona ha propiciado la extinción local de especies de aves con registro históricos. Por ejemplo: el Tucán Pico Cano (*Ramphastos sulfuratus*), el Zopilote Rey (*Sarcorhamphus papa*) y la Guacamaya Roja (*Ara macao*); dichas especies se distribuyeron en las selvas altas perennifolias que existían en la región (Sánchez y García, 2010). Otro ecosistema que ha sufrido importantes afectaciones por las actividades antropogénicas es el bosque mesófilo de montaña (BMM), también conocido como bosque húmedo de montaña o bosque de niebla (Leija *et al.*, 2011). Este ecosistema es clave para el mantenimiento de especies endémicas y especialistas; como es el caso de la Tucancillo Verde (*Aulacorhynchus prasinus*) que requiere de este tipo de vegetación para su supervivencia y se distribuye en los BMM de la región (Sahagún *et al.*, 2013).

Las especies de aves de la región de Xilitla representan aproximadamente el 58% de la riqueza estatal (584 spp); estas cifras han sido determinadas en los estudios realizados sobre la biodiversidad para el estado de San Luis Potosí elaborados por la CONABIO y otros investigadores (García, *et al.*, [en prensa]). Sin embargo, esta es una de las zonas donde se han presentado con mayor intensidad los procesos de cambio en las cubiertas vegetales originales lo que pone en riesgo la permanencia de muchas

de las especies registradas; en particular, las que se reproducen por hábitats específicos, como las selvas perennifolias o los bosques de coníferas y encinos.

Por otro lado, la demanda de captura de especies canoras y de ornato —que son de interés para el aprovechamiento comercial y tráfico ilegal de especies— constituye una amenaza adicional para algunas de las especies en la zona. Entre las especies que se ven más afectadas por estas causas se encuentran los loros, pericos y guacamayas (*Ara militaris*, *Amazona autumnalis*, *Amazona viridgenalis*, *Pionus senilis*, *Psittacara holochlorus* y *Eupsitulla nana*), que todavía tienen distribución en la región.

A partir de las acciones emprendidas recientemente por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y por otras dependencias del sector ambiental en la RPC Xilitla se ha logrado frenar —en parte— la presión sobre las cubiertas vegetales en la región. Pero, desafortunadamente, algunas cubiertas vegetales como las selvas altas perennifolias han sido prácticamente removidas y los relictos remanentes no mantienen las condiciones como para sostener poblaciones o para reintroducir las especies que han sido extirpadas (por ejemplo, la Guacamaya Roja y el Tucán Pico Canoa).

El desarrollo de actividades económicas relacionadas con la producción de café en fincas cafetaleras ha propiciado modificaciones en la estructura y en la distribución original

de los BMM en la zona. A pesar de que los cultivos de sombra de café constituyen un hábitat emergente —capaz de soportar un número de especies de aves significativo—, no tienen la relevancia ecológica de los bosques originales ya que no en todos los casos proporcionan las condiciones requeridas por las especies hábitat selectivas, endémicas y/o de distribución restringida que pueden albergar los BMM (Gual y Rendón, 2014). Tal es el caso de la Codorniz Coluda Veracruzana (*Dendrortyx barbatus*) y la Urraca Enana (*Cyanoliza nana*); esta última registrada en los BMM de la Sierra Gorda de Querétaro y el noreste de Hidalgo, muy cerca de los límites de la RPC Xilitla (Martínez-Morales, 2007).

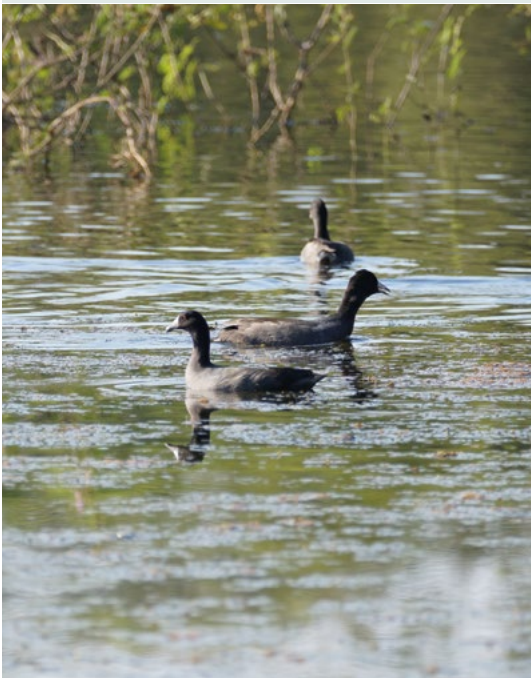
Por último, cabe señalar que recientemente se elaboró una propuesta para la nueva delimitación del polígono de la RPC Xilitla, de forma que sean atendidas las necesidades de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad de especies presente en el área (Reyes *et al.*, 2017). Por lo que se sugiere sumar la información generada a partir de los estudios de la biodiversidad, para garantizar la representatividad de las áreas dispuestas para ser conservadas.

## Conclusiones

La avifauna de la Región Xilitla está compuesta por 342 especies, de las cuales 37 son especies endémicas, 41 presentan alguna categoría de riesgo y 20 son consideradas prioritarias para su conservación. Los resultados generados



*Falco ruficularis*



*Fulica americana*



*Coccyzus americanus*

indican la importancia de los ecosistemas de la región para el mantenimiento de un elevado número de especies de aves que, a su vez, cumplen funciones en la provisión de servicios ecosistémicos a las comunidades.

Para incrementar la base de conocimiento de la biodiversidad, se sugiere desarrollar proyectos de monitoreo comunitario que permitan conocer mejor los patrones de distribución y el comportamiento de las especies en la naturaleza; así como el impacto de las modificaciones inducidas por las actividades humanas sobre las poblaciones de aves en la región. Lo anterior favorecerá la conservación, el manejo y el aprovechamiento sostenible de la diversidad de especies y ecosistemas presentes en la zona.

La información sistematizada sobre la distribución de especies puede ser útil para dar soporte a los estudios técnicos que apoyen el cambio de estatus del área protegida. Las aves pueden ser utilizadas como grupo subrogado, para implementar acciones en torno a la conservación de otros grupos taxonómicos o ecosistemas en la zona.

## Referencias

American Ornithological Society (2019), *Checklist of North and Middle American Birds*, Chicago: American Ornithological Society. Disponible en: <http://www.americanornithology.org/content/checklist-north-and-middle-american-birds>.

Consultado el 26 de abril del 2019.

American Ornithologist's Union (1998), *Check-list of North American Birds. Committe on Classification and Nomenclature*, Chicago: American Ornithologist's Union. En: <http://www.aou.org/checklist/north/print.php>. Consultado el 8 de abril del 2019.

Avibase (2019), *The World Bird Database*. Disponible en: <https://avibase.bsc-eoc.org/avibase.jsp?lang=EN>. Consultado el 10 de abril del 2019.

Birdlife (2016), Endemic Bird Areas (EBAs). En: <http://www.birdlife.org/datazone/eba>. Consultado el 10 de abril del 2019.

Castro, N. J., S. F. J. Sahagún y H. Reyes (2017), "Dinámica de fragmentación en la Sierra Madre Oriental y su impacto sobre la distribución potencial de la avifauna". En: *Madera y Bosques*, 23 (2), 99-117.

Chesser, R. T., K. J. Burns, C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, I. J. Lovette, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen, D. F. Stotz, B. M. Winger y K. Winker (2018), "Fifty-ninth Supplement to the American Ornithological Society's Checklist of North American Birds". En: *The Auk*, 135, 798-813.

DOF (2010), "Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo", México: SEMARNAT.

DOF (2014), "Lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación", México: SEMARNAT.

González-García, F y H. Gómez de Silva (2003), "Especies



- endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación". En: Gómez de Silva, H. y A. Oliveras de Ita (eds.), *Conservación de aves: experiencias en México*, México: CIPAMEX / CONABIO / National Fish and Wildlife Foundation, 150-194.
- Gual, D. M. y A. Rendón (2014), *Bosques mesófilos de montaña. Diversidad, ecología y manejo*, México: CONABIO.
- Howell, S. N. G. y S. Webb (1995), *A field guide to the birds of Mexico and northern Central America*, Oxford: Oxford University.
- INEGI (2011), *Perspectiva estadística de San Luis Potosí*, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Leija, E., H. Reyes, J. Fortanelli, y G. Palacio (2011), "Situación actual del bosque de niebla en el estado de San Luis Potosí". En: *Investigación y Ciencia*, 19 (53), 3-11.
- Lowery, M. G. y R. J. Newman (1949), "New birds from the state of San Luis Potosi and the Tuxtla mountains of Veracruz, Mexico". En: *Occasional Papers of the Museum of Zoology*, 22, 1-10.
- Lowery, M. G. y R. J. Newman (1951), "Notes on the ornithology of southeastern San Luis Potosí". En: *Wilson Bulletin*, 63, 315-322.
- Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (2004), *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. Las Prensas de Ciencias*, México: CONABIO / UNAM.
- Maldonado, E. A. y M. Maldonado (2010), "Estructura y diversidad arbórea de una selva alta perennifolia en Tacotalpa, Tabasco". En: *Universidad y Ciencia*, 26 (3), 235-245.
- Martínez, M. M. (2007), "Avifauna del bosque mesófilo de montaña del noreste de Hidalgo, México". En: *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 149-162.
- Navarro, A. G., A. T. Peterson y A. Gordillo-Martínez (2003), "Museums working together: The atlas of the birds of Mexico". En: Collar, N., C. Fisher y C. Feare (eds.), *Why museums matter: avian archives in an age of extinction. Bulletin British Ornithologists' Club Supplement*, Londres: British Ornithologists' Club, 207-225.
- Navarro, S. A. G., H. A. Garza-Torres, S. López de Aquino, O. R. Rojas-Soto y L. A. Sánchez-González (2004), "Patrones biogeográficos de la avifauna". En: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.) *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. Las Prensas de Ciencias*, México: CONABIO / UNAM, 439- 467.
- Newman, R. J. (1947), "47th Christmas Bird Count (Villa Tamuín, S. L. P)". En: *Audubon Field Notes*, 1, 24.
- Pitelka, F. (1951), "Central American races of *Cyanolyca mitrata*". En: *Condor*, 53, 97-98.
- Puig, H. (1991), *Vegetación de la Huasteca, México. Estudio fitogeográfico y ecológico*. México: Instituto de Ecología de la UNAM / Centre D'Etudes Mexicaines et Centraméricaines (CEMCA) / Institut Français de recherche, Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM).
- Reyes, H., S. A. Montoya, D. E. Torres, E. Galarza, A. Duran y F. J. Sahagún (2017), "Procesos de recuperación y restauración del bosque de niebla en la RPC Xilitla. San Luis Potosí, México". En: Mas, Jean-Francois (comp.), *Análisis y modelación de patrones y procesos de cambio*, Morelia: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la UNAM.

- Sahagún-Sánchez, F. J., H. Reyes, J. L. Flores y L. Chapa (2011), "Modelización de escenarios de cambio potencial en la vegetación y el uso de suelo en la Sierra Madre Oriental de San Luis Potosí, México". En: *Journal of Latin American Geography*, 10, 65-86.
- Sahagún-Sánchez, F. J., J. Castro-Navarro y H. Reyes-Hernández (2013), "Distribución geográfica de la avifauna en la Sierra Madre Oriental, México: un análisis regional de su estado de conservación". En: *Journal of Tropical Biology and Conservation*, 61 (2), 897-925.
- Sánchez-González, L. A y E. A. García-Trejo (2010), "San Luis Potosí". En: Ortiz-Pulido, R., A. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva y A. T. Peterson (eds), *Avifaunas Estatales de México*, México: CIPAMEX, 199-242.
- Sutton, M. G. (1950), "The Crimson-collared grosbeak". En: *Wilson Bulletin*, 62, 5.
- Sutton, G. M. y T. D. Burleigh (1940), "Birds of Tamazunchale, San Luis Potosí". En: *Wilson Bulletin*, 52, 220-233.
- Trinidad, G. K. L (2012), "Evaluación del desarrollo sostenible en el municipio de Xilitla" [documento interno de trabajo], San Luis Potosí: PMPCA-UASLP.
- Velázquez, A.; J. F. Mas, J. R. Díaz Gallegos, R. Mayorga Saucedo, P. C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J. L. Palacio (2002), "Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México". En: *Gaceta Ecológica*, 62, 21-37.
- Williams-Linera, G. (2007), *El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático*, Xalapa: CONABIO / Instituto de Ecología.



*Butorides virescens*

## ANEXO 1. LISTA ANOTADA DE LAS AVES DE LA REGIÓN DE XILITLA

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre en español	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Prioritaria
Tinamiformes	Tinamidae		<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú Canelo		RB	Pr	
Anseriformes	Anatidae	Derocygninae	<i>Derocygna autumnalis</i>	Pijije Alas Blancas		RB		SI
	Anatidae	Anatinae	<i>Callitris moschata</i>	Pato Real		RB	P	SI
			<i>Aix sponsa</i>	Pato Arcoíris		WV		SI
			<i>Spatula discors</i>	Cerceta Alas Azules		WV		SI
			<i>Mareca strepera</i>	Pato Friso		WV		SI
			<i>Mareca americana</i>	Pato Chalcuán		WV		SI
			<i>Aythya valisineria</i>	Pato Coacoxtle		WV		SI
			<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato Tepalcate		WV		SI
Galliformes	Cracidae		<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Oriental		RB		
	Cracidae		<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán		RB	A	
	Odontophoridae		<i>Derortyx barbatus</i>	Codorniz Coluda Veracruzana	ES	RB	P	SI
			<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz Cotul		RB		
			<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz Escamosa		RB		
			<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz Silbadora		RB	Pr	
	Phasianidae	Meleagridinae	<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote Norteño		RB		SI
Podicipediformes	Podicipedidae		<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor Pico Grueso		RB		
Columbiformes	Columbidae		<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica		RB		
			<i>Pategoenas flavirostris</i>	Paloma Morada		RB		
			<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga		RB		
			<i>Columbina passerina</i>	Tortolita Pico Rojo		RB		
			<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Canela		RB		
			<i>Claravis pretiosa</i>	Tórtola Azul		RB		
			<i>Geotrygon montana</i>	Paloma Canela		RB		
			<i>Leptotilia verreauxi</i>	Paloma Arroyera		RB		
			<i>Leptotilia plumbeiceps</i>	Paloma Cabeza Gris		RB		
			<i>Zenrygon albifacies</i>	Paloma Cara Blanca		RB	A	

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre en español	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Prioritaria
			<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas		RB		SI
Cuculiformes	Cuculidae	Cuculinae	<i>Playa cayana</i>	Cucillo Canelo		RB		
			<i>Coccyzus americanus</i>	Cucillo Pico Amarillo		SR-T		
			<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cucillo Pico Negro		T		
		Neomorphae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos Norteño		RB		
		Crotophaginae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy		RB		
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Caprimulginae	<i>Nyctidoramus albicollis</i>	Chotacabras Pauraque		RB		
			<i>Antrostomus carolinensis</i>	Tapacaminos de Carolina		WV-T		
			<i>Antrostomus salivini</i>	Tapacaminos Ticurú	Q	RB		
			<i>Antrostomus vociferus</i>	Tapacaminos Cuerporruín Norteño		WV		
Nyctibiformes	Nyctibidae		<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Pájaro Estaca Norteño		RB		
Apodiformes	Apodidae	Cypseloidinae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo Collar Blanco		RB		
		Chaeturinae	<i>Chaetura pelagica</i>	Vencejo de Chimenea		T		
			<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux		RB-T		
	Trochilidae	Trochilinae	<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí Orejas Violetas		RB		
			<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí Garganta Negra		RB		
			<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí Magnífico		RB-T		
			<i>Lampornis amethystinus</i>	Colibrí Garganta Amatista		RB		
			<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	S	RB		
			<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí Lucifer	S	SR		
			<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí Garganta Rubí		T		
			<i>Archilochus alexari</i>	Colibrí Barba Negra	S	T		
			<i>Atthis heloisa</i>	Zumbador Mexicano	E	RB		
			<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador Cola Ancha	S	RB-SR		
			<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda Oriental		RB		
			<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	S	RB		



Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre en español	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Prioritaria
			<i>Campylopterus curvipennis</i>	Faanguero Mexicano		RB		
			<i>Amazilia caida</i>	Colibrí Cálido		RB		
			<i>Amazilia cyanocephala</i>	Colibrí Corona Azul		RB		
			<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí Berilo		RB		
			<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí Vientre Canelo	Q	RB		
			<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas		RB		
Grufiformes	Rallidae		<i>Gallinula galeata</i>	Gallineta Frente Roja		SR-WW-T		
			<i>Fulica americana</i>	Gallineta Americana		RB		
Charadriiformes	Scolopacidae	Tringinae	<i>Actitis macularius</i>	Playero Alzacolita		WV		
			<i>Tringa solitaria</i>	Playero Solitario		WV		
Ciconiiformes	Ciconiidae		<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña Americana		SR-WW-T	Pr	
Suliformes	Phalacrocoracidae		<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Comorán Neotropical		RB		
	Anhingidae		<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga Americana		RB		
Pelecaniformes	Ardeidae		<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza Tigre Mexicana		RB	Pr	
			<i>Ardea herodias</i>	Garza Morena		WV		
			<i>Ardea alba</i>	Garza Blanca		WV		
			<i>Egretta thula</i>	Garza Dedos Dorados		WV		
			<i>Egretta caerulea</i>	Garza Azul		WV		
			<i>Egretta tricolor</i>	Garza Tricolor		WV		
			<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera		RB		
			<i>Butorides virescens</i>	Garcita Verde		RB-WV		
			<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Nocturna Corona Negra		WV-T		
			<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza Cucharón		SR-WW-T		
Threskiornithidae	Threskiornithinae		<i>Eudocimus albus</i>	Ibis Blanco		RB-WV		
			<i>Plegadis chihi</i>	Ibis Ojos Rojos		WV		
Cathartiformes	Cathartidae		<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común		RB		

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre en español	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Prioritaria	
Accipitriformes	Patonidae		<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura		RB			
			<i>Paión haliaetus</i>	Águila Pescadora		RB-WV		Si	
			<i>Elanus leucurus</i>	Milano Cola Blanca		RB			
			<i>Circus hudsonius</i>	Gavián Rastrero		WV			
			<i>Accipiter striatus</i>	Gavián Pecho Canela		RB-WV		Pr	
			<i>Accipiter cooperii</i>	Gavián de Cooper		WV		Pr	
			<i>Accipiter bicolor</i>	Gavián Bicolor		RB		A	
			<i>Ichinia plumbea</i>	Milano Plomizo		SR		Pr	
			<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavián Zancón		RB		A	
			<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguiluilla Negra Menor		RB		Pr	
Strigiformes	Tytonidae		<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguiluilla Negra Mayor		RB		Pr	
			<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguiluilla Caminera		RB			
			<i>Buteo plagiatus</i>	Aguiluilla Gris		RB			
			<i>Buteo lineatus</i>	Aguiluilla Pecho Rojo		WV		Pr	
			<i>Buteo brachyurus</i>	Aguiluilla Cola Corta		RB			
			<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla Cola Roja		RB-WV			
			<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario		RB			
			<i>Psiloscops flammeolus</i>	Tecolote Ojos Oscuros		S			
			<i>Megascops trichopsis</i>	Tecolote Rítmico		RB			
			<i>Megascops guatemalae</i>	Tecolote Sapo		RB			
Strigidae			<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo		RB			
			<i>Glaucidium gnoma</i>	Tecolote Serrano		RB			
			<i>Glaucidium sanchezi</i>	Tecolote Tamauilpeco		ES		P	Si
			<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote Bajío		RB			
			<i>Ciccaba virgata</i>	Búho Café		RB			
			<i>Ciccaba nigrolineata</i>	Búho Barrado Albinegro		RB		A	
			<i>Strix occidentalis</i>	Búho Moteado		RB		A	

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre en español	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Prioritaria
Trogoniformes	Trogonidae	Trogoninae	<i>Trogon caligatus</i>	Coa Violácea Norteña		RB		
			<i>Trogon elegans</i>	Coa Elegante		RB		
			<i>Trogon mexicanus</i>	Coa Mexicana		RB		
			<i>Trogon collaris</i>	Coa de Collar		RB	Pr	
Coraciiformes	Momotidae		<i>Momotus coeruliceps</i>	Momoto Corona Azul		RB		
	Alcedinidae	Cerylinae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín Pescador de Collar		RB		
			<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín Pescador Norteño		RB		
			<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín Pescador Amazónico		RB		
			<i>Chloroceryle americana</i>	Martín Pescador Verde		RB		
			<i>Chloroceryle aenea</i>	Martín Pescador Enano		RB		
Piciformes	Ramphastidae	Ramphastinae	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucancillo Verde		RB	Pr	
	Picidae	Picinae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero		RB		
			<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje		RB		
			<i>Sphyrapicus varius</i>	Carpintero Moteado		WV		
			<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero Mexicano		RB		
			<i>Dryobates villosus</i>	Carpintero Albinegro Mayor		RB		
			<i>Dryobates fumigatus</i>	Carpintero Café		RB		
			<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero Olivo		RB		
			<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de Pechera Común		RB		
			<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado		RB		
			<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero Pico Plateado		RB	Pr	
Falconiformes	Falconidae	Herpetherinae	<i>Herpetheres cachimans</i>	Halcón Guaco		RB		
			<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón Selvático Barrado		RB	Pr	
			<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos		RB		
		Falconinae	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo Americano		RB-WV		
			<i>Falco rufifularis</i>	Halcón Murcielaguero		RB		
			<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino		RB-WV	Pr	

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre en español	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Prioritaria
Psittaciformes	Psittacidae	Arinae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico Pecho Sucio		RB	Pr	Si
			<i>Ara militaris</i>	Guacamaya Verde		RB	P	Si
			<i>Psittacara holochlorus</i>	Perico Mexicano	E	RB	A	Si
			<i>Plonus senilis</i>	Loro Corona Blanca		RB	A	Si
			<i>Amazona viridigenalis</i>	Loro Tamaulipeco	S	RB	P	Si
			<i>Amazona autumnalis</i>	Loro Cachetes Amarillos		RB		Si
Passeriformes	Thamnophilidae		<i>Thamnophilus doliaetus</i>	Bataará Barrado		RB		
	Furnariidae	Derocolaptinae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos Cabeza Gris		RB		
			<i>Xiphocolaptes promeropyrhynchus</i>	Trepatroncos Gigante		RB		
			<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos Bigotudo		RB		
			<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	Trepatroncos Moteado		RB	A	
			<i>Lepidocolaptes affinis</i>	Trepatroncos Corona Punteada		RB		
		Furnariinae	<i>Clibanornis rubiginosus</i>	Musguero Castaño		RB	A	
	Tityridae		<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Puerquito		RB		
			<i>Tityra inquisitor</i>	Titira Pico Negro		RB		
			<i>Pachyrhamphus major</i>	Cabezón Mexicano		RB		
			<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Cabezón Degollado		RB		
Tyrannidae	Rhynchocyclinae		<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquero Ocre		RB		
			<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	Mosquero Pico Plano		RB		
	Elaeniinae		<i>Myopagis viridicata</i>	Mosquero Verdoso		RB		
	Tyranninae		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste		RB		
			<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas Cenizo		SR-WV		
			<i>Myiarchus crinitus</i>	Papamoscas Viajero	T			
			<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo		RB		
			<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis Pico Grueso		RB		
			<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común		RB		
			<i>Myiodynamastes maculatus</i>	Papamoscas Rayado Cheje		SR		



Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre en español	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Prioritaria
			<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas Rayado Común		SR		
			<i>Legatus leucophaeus</i>	Papamoscas Rayado Chico		SR		
			<i>Tyrannus melanocholicus</i>	Tirano Piriri		RB		
			<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano Cufr		RB		
			<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibú	S	RB-SR		
			<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano Dorso Negro		T		
			<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Papamoscas Copetón		RB		
			<i>Contopus cooperi</i>	Papamoscas Boreal		T		
			<i>Contopus pertinax</i>	Papamoscas José María		RB		
			<i>Contopus sordidulus</i>	Papamoscas del Oeste		SR-T		
			<i>Empidonax flaviventris</i>	Papamoscas Vientre Amarillo		WV		
			<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas Chico		WV-T		
			<i>Empidonax hammonii</i>	Papamoscas de Hammo		WV-T		
			<i>Empidonax affinis</i>	Papamoscas Pinero	Q	RB		
			<i>Empidonax occidentalis</i>	Papamoscas Amarillo Barranquero	S	RB		
			<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas Negro		RB		
			<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas Fibi		WV		
			<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas Cardenalito		RB-WV		
			<i>Cyclarhis guianensis</i>	Vireón Cejas Canela		RB		
			<i>Vireolanius melitophrys</i>	Vireón Arlequín		RB		
			<i>Vireo griseus</i>	Vireo Ojos Blancos		RB		
			<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell		T		
			<i>Vireo huttoni</i>	Vireo Reyzeuelo		RB		
			<i>Vireo cassinii</i>	Vireo de Cassin	S	WV		
			<i>Vireo solitarius</i>	Vireo Antecojillo		WV		
			<i>Vireo gilvus</i>	Vireo Gorjeador		WV-T		

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre en español	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Prioritaria
			<i>Vireo leucophrys</i>	Vireo Gorra Café		RB		
			<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo Ojos Rojos		T		
			<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo Verdeamarillo		SR		
Corvidae			<i>Cyanolyca cucullata</i>	Chara Gorro Azul		RB	A	
			<i>Psilorhinus morio</i>	Chara Pea		RB		
			<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara Verde		RB		
			<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara Copetona		RB		
			<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara Transvolcánica	E	RB		
			<i>Aphelocoma wollweberi</i>	Chara Pecho Gris		RB		
			<i>Corvus imparatus</i>	Cuervo Tamaulipeco	Q	RB		
			<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común		RB		
Hirunidae	Hiruninae		<i>Progne chalybea</i>	Golorina Pecho Gris		SR		
			<i>Tachycineta thalassina</i>	Golorina Verdemar		SR		
			<i>Steigodpteryx serripennis</i>	Golorina Alas Aserradas		RB-T		
			<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golorina Risquera		SR-T		
			<i>Hiruo rustica</i>	Golorina Tijereta		SR-T		
Paridae			<i>Baeolophus wollweberi</i>	Carbonero Embridado		RB		
			<i>Baeolophus atricristatus</i>	Carbonero Cresta Negra		RB		
Sittidae	Sittinae		<i>Sitta carolinensis</i>	Bajapalos Pecho Blanco		RB		
Troglodytidae			<i>Salpinctes obsoletus</i>	Saltapared de Rocas		RB		
			<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared Barranqueño		RB		
			<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared Común		WV		
			<i>Cistothorus platensis</i>	Saltapared Sabanero		WV		
			<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de Carolina		RB		
			<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared Cola Larga		RB		
			<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Matraca Tropical		RB		
			<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca Serrana	E	RB		

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre en español	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Prioritaria
			<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del Desierto		RB		
			<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared Moteado		RB		
			<i>Henicorhina leucosticta</i>	Saltapared Pecho Blanco		RB		
			<i>Henicorhina leucophrys</i>	Saltapared Pecho Gris		RB		
	Poliptilidae		<i>Poliptilia caerulea</i>	Perflta Azulgris		RB-WV		
	Regulidae		<i>Regulus calenda</i>	Reyzuelo Matraquita		WV		
	Turdidae		<i>Sialia sialis</i>	Azulejo Garganta Canela		RB		
			<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo Garganta Azul		RB		
			<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín Jilguero		RB	Pr	
			<i>Myadestes unicolor</i>	Clarín Unicolor		RB	A	
			<i>Catharus aurantirostris</i>	Zorzal Pico Naranja		RB		
			<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal Mexicano	E	RB		
			<i>Catharus frantzii</i>	Zorzal de Frantzius		RB	A	
			<i>Catharus mexicanus</i>	Zorzal Corona Negra		RB	Pr	
			<i>Catharus minimus</i>	Zorzal Cara Gris		WV-T		
			<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Anteojos		WV-T		
			<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal Cola Canela		WV		
			<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal Moteado		WV-T		
			<i>Turdus infuscatus</i>	Mirlo Negro		RB	A	
			<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café		RB		
			<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo Garganta Blanca		RB		
			<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo Primavera		RB-WV		
Mimidae			<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato Azul	E	RB		
			<i>Dumetella carolinensis</i>	Maulador Gris		WV		
			<i>Toxostoma longirostre</i>	Cuicacocche Pico Largo	Q	RB		
			<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle Norteño		RB		
Bombycillidae			<i>Bombycilla cedrorum</i>	Chinito		WV		

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre en español	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Prioritaria
	Ptilionotidae		<i>Ptilionotus cinereus</i>	Capulín Gris	Q	RB		
	Peucedramidae		<i>Peucedramus taeniatus</i>	Ocotero Enmascarado		RB		
	Passeridae		<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Doméstico		RB		
	Motacillidae		<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita Norteamericana		WV		
	Fringillidae	Euphoniinae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia Garganta Negra		RB		
			<i>Euphonia hiruninacea</i>	Eufonia Garganta Amarilla		RB		
			<i>Euphonia elegantissima</i>	Eufonia Gorra Azul		RB		
	Carduelinae		<i>Coccothraustes abeliei</i>	Picogruño Encapuchado	Q	RB		
			<i>Spinus pinus</i>	Jilguerto Pínero		WV		
			<i>Spinus notatus</i>	Jilguerto Encapuchado		RB		
			<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerto Dominicano		RB-WV		
	Passerellidae		<i>Arremon brunneinucha</i>	Rascador Gorra Castaña		RB		
			<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador Oliváceo	Q	RB		
			<i>Atlapetes albinucha</i>	Rascador Nuca Blanca	E	RB		
			<i>Atlapetes pileatus</i>	Rascador Gorra Canela	E	RB		
			<i>Pipilo maculatus</i>	Rascador Moteado		RB		
			<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero Canelo		RB		
			<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero Corona Canela		RB		
			<i>Melospiza fusca</i>	Rascador Viejita		RB		
			<i>Spizella passerina</i>	Gorrion Cejas Blancas		RB-WV		
			<i>Spizella breweri</i>	Gorrion de Brewer		WV		
			<i>Poocetes gramineus</i>	Gorrion Cola Blanca		WV		
			<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero Garganta Negra		RB		
			<i>Passerculus swainsonensis</i>	Gorrion Sabanero		WV		
			<i>Ammodramus savaannarium</i>	Gorrion Chapulin		WV		
			<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrion de Lincoln		WV		
			<i>Junco phaeonotus</i>	Junco Ojos de Lumbre	Q	RB		
			<i>Chlorospingus flavopectus</i>	Chinchinero Común		RB		



Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre en español	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Prioritaria
	Icteridae		<i>Icteria virens</i>	Chipe Grae		WV-T		
	Icteridae	Sturnellinae	<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile		RB		
		Amblycerinae	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique Pico Claro		RB		
		Cacicinae	<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéola de Moctezuma		RB	Pr	
	Icterinae		<i>Icterus wagleri</i>	Calaría de Wagler		RB		
			<i>Icterus spurius</i>	Calaría Castaña		SR-T		
			<i>Icterus cucullatus</i>	Calaría Dorsó Negro Menor		RB		
			<i>Icterus gularis</i>	Calaría Dorsó Negro Mayor		RB		
			<i>Icterus graduacauda</i>	Calaría Capucha Negra	Q	RB		
			<i>Icterus galbula</i>	Calaría de Baltimore		WV-T		
			<i>Icterus parisorum</i>	Calaría Tunera	S	RB		
	Agelaiinae		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos		RB		
			<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor		RB		
			<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor		RB		
	Parulidae		<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe Suelero		WV		
			<i>Helmitheros vermivorum</i>	Chipe Gusanero		T		
			<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe Arroyero		WV		
			<i>Vermivora chrysoptera</i>	Chipe Alas Amarillas		T		
			<i>Vermivora cyanoptera</i>	Chipe Alas Azules		WV		
			<i>Mniotilta varia</i>	Chipe Trepador		WV		
			<i>Oreothlypis superciliosa</i>	Chipe Cejas Blancas		RB		
			<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe Oliváceo		WV		
			<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	Chipe Cabeza Gris		WV-T		
			<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita Pico Grueso		RB		
			<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Lores Negros		WV-T	A	
			<i>Geothlypis flavovelata</i>	Mascarita de Altamira	E	RB	P	Si
			<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita Común		RB		

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre en español	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Prioritaria
			<i>Geothlypis nelsoni</i>	Mascarita Matorrallera	E	RB		
			<i>Setophaga citrina</i>	Chipe Encapuchado		WV-T		
			<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito Migratorio		T		
			<i>Setophaga americana</i>	Chipe Pecho Manchado		WV		
			<i>Setophaga pitäyumi</i>	Chipe Tropical		RB		
			<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de Magnolias		WV		
			<i>Setophaga castanea</i>	Chipe Castaño		T		
			<i>Setophaga fusca</i>	Chipe Garganta Naranja		T		
			<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Rabadilla Amarilla		WV		
			<i>Setophaga townsei</i>	Chipe de Townse		WV-T		
			<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe Cabeza Amarilla		WV-T		
			<i>Setophaga virens</i>	Chipe Dorso Verde		WV		
			<i>Basileuterus lachrymosus</i>	Pavito de Rocas		RB		
			<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela	Q	RB		
			<i>Basileuterus belli</i>	Chipe Cejas Doradas		RB		
			<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe Cejas Negras		RB		
			<i>Cardellina canadensis</i>	Chipe de Collar		T		
			<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe Corona Negra		WV		
			<i>Myioborus pictus</i>	Pavito Alas Blancas		RB-SR		
			<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito Alas Negras		RB		
	Cardinalidae		<i>Piranga flava</i>	Piranga Encinera		RB		
			<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja		WV-T		
			<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga Capucha Roja		WV-T		
			<i>Piranga bidentata</i>	Piranga Dorso Rayado		RB		
			<i>Piranga leucoptera</i>	Piranga Alas Blancas		RB		
			<i>Habia rubica</i>	Piranga Hormiguera Corona Roja		RB		
			<i>Habia fuscicauda</i>	Piranga Hormiguera Garganta Roja		RB		

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre en español	Endemismo	Estacionalidad	NOM-059	Prioritaria
			<i>Rhodothraupis celaeno</i>	Picogordo Cuello Rojo	E	RB		
			<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Rojo		RB		
			<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal Desértico		RB		
			<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Degollado		WV		
			<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	S	RB		
			<i>Cyanococcyz porphyrio</i>	Colorín Azulinegro		RB		
			<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo Azul		RB-SR		
			<i>Passerina cyanea</i>	Colorín Azul		WV		
			<i>Passerina versicolor</i>	Colorín Morado	S	RB-SR		
			<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores		WV-T	Pr	
			<i>Spiza americana</i>	Arrocer Americano		T		
	Thraupidae	Thraupinae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azulgrís		RB		
			<i>Thraupis abbas</i>	Tangara Alas Amarillas		RB		
		Tachyphoniinae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero Brincador		RB		
		Dacninae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero Patas Rojas		SR		
		Coerebinae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero Oliváceo		RB		
		Sporophiliinae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero Rabadilla Canela		RB		
			<i>Sporophila corvina</i>	Semillero Variable		A		
		Saltatorinae	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador Cabeza Negra		RB		
			<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador Gris		RB		

# Herpetofauna

OBED GODÍNEZ VIZUET



*Sceloporus minor*



La herpetofauna de la RPC Xilitla está compuesta por cuatro órdenes, 25 familias, 52 géneros y 57 especies. La distribución de los anfibios y reptiles por tipo de vegetación indica que del total de especies anotadas: el 36.6% tiene preferencia por la selva mediana subperennifolia; el 35.1% reside indistintamente la selva y el bosque húmedo de montaña; el 12.3% habita en el bosque húmedo de montaña y en los bosques de pino y encino; siete especies son propias o exclusivas del bosque de pino-encino; 5.3% prefiere el bosque húmedo de montaña y; sólo una especie habita en los tres tipos de vegetación. Desafortunadamente, en la actualidad 21 especies fueron registradas en alguna categoría de riesgo con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-059.

## Introducción

Las zonas de transición entre distintas regiones biogeográficas son consideradas como las regiones más biodiversas del mundo; dicha riqueza se debe a la interacción entre diferentes componentes bióticos. En el estado de San Luis Potosí los principales componentes bióticos están representados por las subprovincias biogeográficas del Altiplano Sur, Sierra Madre Oriental y Golfo de México. Particularmente, la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental es considerada como una de las regiones geográficas más diversas del mundo (Morrone, 2010).

La abrupta transición e interacción entre las regiones Neártica y Neotropical permite encontrar ahí una gran diversidad de nichos ecológicos, que son hábitat de una mezcla de elementos herpetofaunísticos con diferente afinidad geográfica (Campillo, 2013). San Luis Potosí es considerado el octavo estado más diverso del país en herpetofauna con 200 especies. Ellas representan aproximadamente el 16.5% de la herpetofauna total de México, que se calcula en 1,206 especies (Ochoa y Flores, 2006).

De acuerdo con Flores (1998), más del 50% de las especies reportadas de anfibios y reptiles son endémicas de México. Las grandes áreas de bosque húmedo de montaña, de encino y pino-encino son los ecosistemas que albergan la mayor parte de herpetofauna endémica en el país, al tiempo de ser las áreas sujetas a un aprovechamiento intensivo; por lo que resulta fundamental promover su conservación. Tal diversidad es reflejo de la confluencia de las regiones biogeográficas y origen de provincias herpetofaunísticas, áreas de endemismos y de gran número de especies.

A pesar de ello, los estudios sobre la herpetofauna son escasos y se conoce poco acerca de la ecología y la distribución actual de este grupo. Los primeros registros de recolecta en San Luis Potosí datan de finales del siglo XIX en la Sierra de Álvarez, Sierra de San Miguelito y en la porción sur de la Sierra Madre Oriental (Tamazunchale). Posteriormente, se intensificaron las recolectas científicas en ciertas regiones del estado; principalmente a través de las líneas férreas y carreteras. En los últimos 20 años se incluyeron ejemplares de San Luis Potosí

en trabajos taxonómicos, sistemáticos, biogeográficos y faunísticos (Besy y Camarillo, 2002; Castoe *et al.*, 2007; Dixon y Vaughan, 2003; Campillo, 2013; Lemos y Dixon, 2013; Goyenechea y Gual, 2014).

Debido a la escasa información con la que se cuenta acerca de la herpetofauna de la región tropical del estado, se definió una serie de acciones para el monitoreo biológico de estas especies; así como para promover el conocimiento de la distribución y presencia actual de la herpetofauna en la RPC Xilitla. En particular, esta contribución documenta la importancia de la herpetofauna como una herramienta imprescindible para el desarrollo de estrategias de conservación y de manejo adecuado.

### Materiales y métodos

El estudio se basó en los registros de campo realizados entre agosto de 2018 y mayo de 2019 en la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla (RPC Xilitla). En total se realizaron 18 recorridos de campo —que cubrieron horarios matutinos, vespertinos y nocturnos— con la aplicación de técnicas de búsqueda directa y con el apoyo de guías locales reconocidos como expertos en temas como: flora y fauna regional; uso de ganchos y pinzas herpetológicas. También, se realizó un registro fotográfico de la mayoría de las especies anotadas.

Para el levantamiento de la información herpetológica se seleccionaron tres tipos de vegetación que corresponden a:

- Selva mediana subperennifolia, ubicada entre los 300 y 600 m de altitud. Las especies arbóreas dominantes son: ojite (*Brosimum alicastrum*), higuierón (*Ficus sp.*), cedro rojo (*Cedrela odorata*), vidrioso (*Dendropanax arboreus*), ceiba (*Ceiba pentandra*), chaca (*Bursera simaruba*), copal (*Protium copal*) y frijolillo (*Cojoba arborea*).
- Bosque húmedo de montaña, distribuido en altitudes que van de los 850 a los 1,500 m. Las especies arbóreas dominantes son: encinos (*Quercus germana*, *Q. sartorii*, *Q. pinnativenulosa*), magnolia (*Magnolia dealbata*), cedro prieto (*Podocarpus rechei*), palo escrito (*Dalbergia sp.*), tejo (*Taxus globosa*), petatillo (*Ulmus mexicana*) y jonote (*Tilia mexicana*).
- Bosque de pino y encino, localizado en las zonas de mayor altitud superiores a los 1,700 m. Las especies dominantes en este ecosistema son: pino (*Pinus greggii*), pino lacio (*P. patula*), ocote (*P. teocote*), cedro blanco (*Cupressus lusitánica*). Son muy frecuentes el oyamel (*Abies guatemalensis*) y el tejo (*Taxus globosa*) (Puig, 1991; Rzedowski, 1996).

La identificación taxonómica se basó en guías de campo especializadas (Stebbins, 2003; Powell, *et al.*; 2016). También en las bases de datos faunísticos de la CONABIO y Naturalista (CONABIO, 2019a; 2019b); así como la consulta de literatura especializada de autores como: Canseco y colaboradores (2004); Campillo (2013); Lara y colaboradores (2013); Lemos y Dixon (2013).

## Resultados

El inventario, aunque preliminar, se considera representativo de la herpetofauna de la RPC Xilitla. Está compuesto por 57 especies, cuatro órdenes, 25 familias y 52 géneros (anexo 1). Los reptiles fueron la clase mejor representada, con el 77.2% de las especies totales; el resto lo conforman los anfibios, con el 22.8% de las especies restantes. Los reptiles se integran por 16 familias y 39 géneros; en tanto que los anfibios se integran por nueve familias y 13 géneros (cuadro 1; anexo 1).

Cabe resaltar que se registraron dos especies endémicas a la región de estudio: la lagartija nocturna de Tamazunchale (*Lepidophyma gaigeae*) y la lagartija escamas de perilla de la Sierra Madre Oriental (*Xenosaurus newmanorum*). Esta última especie también ha sido a 13.6 km al sur de Xilitla, en el municipio de Pisa Flores Hidalgo.;

**CUADRO 1. NÚMERO DE TAXONES DE ANFIBIOS Y REPTILES REGISTRADOS EN LA RPC XILITLA**

Clases/ Orden	Familias	Géneros	Especies
Amphibia			
Caudata	2	2	2
Anura	7	11	11
Reptilia			
Testudines	2	2	2
Squamata	14	37	42
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>52</b>	<b>57</b>

por lo que su área de distribución se restringe hasta ahora a estos dos municipios (Lemos *et al.*, 2000; Lara, *et al.*, 2013).

El cuadro 2 muestra la distribución los anfibios y reptiles por tipo de vegetación. Del total de especies reconocidas en este trabajo, el 38.6% es exclusivo de la selva mediana subperennifolia; el 35.1% reside en la selva mediana subperennifolia y el bosque húmedo de montaña al mismo tiempo. Siete especies (12.3%) habitan indistintamente tanto en el bosque mesófilo de montaña como en el bosque de pino y encino. En los bosques templados y húmedo de montaña se registraron sólo cuatro y tres especies, respectivamente; todas ellas exclusivas de estos tipos de vegetación. Una sola especie es cosmopolita y se distribuye en los tres tipos de vegetación. El anexo 2 muestra el catálogo fotográfico de algunas especies de anfibios y reptiles registrados en la RPCX.

**CUADRO 2. NÚMERO DE ESPECIES DE ANFIBIOS Y REPTILES REGISTRADOS POR TIPO DE VEGETACIÓN**

Tipo de vegetación	Número de especies	Porcentaje
SMsP	22	38.6
SMsP-BHM	20	35.1
BHM-BPyE	7	12.3
BPyE	4	7.0
BHM	3	5.3
SMsP-BHM-BPyE	1	1.7
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>100.0</b>

Selva mediana subperennifolia (SMsP), bosque húmedo de montaña (BHM), bosque de pino y encino (BPyE).

**CUADRO 3. ESPECIES AMENAZADAS Y SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL, SEGÚN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 Y LA LISTA ROJA DE ESPECIES AMENAZADAS**

Familia	Especie	Categorías	
		NOM-0591	IUCN2
Anguidae	Abronia taeniata	Pr	VU
Anguidae	Barisia imbricata	Pr	LC
Boidae	Boa constrictor imperator	A	LC
Colubridae	Imantodes cenchoa	Pr	NE
Colubridae	Leptodeira maculata	Pr	LC
Colubridae	Leptophis mexicanus	A	LC
Colubridae	Tantilla rubra	Pr	LC
Colubridae	Thamnophis marcianus	A	LC
Colubridae	Thamnophis scalaris	A	LC
Corytophanidae	Corytophanes hernandesii	Pr	LC
Corytophanidae	Laemanctus serratus	Pr	LC
Iguanidae	Ctenosaura acanthura	Pr	LC
Iguanidae	Iguana iguana	Pr	LC
Plethodontidae	Bolitoglossa platyductyla	Pr	NT
Ranidae	Lithobates berlandieri	Pr	LC
Salamandridae	Isthmura bellii	A	VU
Scincidae	Plestiodon lynxe	Pr	LC
Viperidae	Atropoides nummifer	A	LC
Viperidae	Crotalus molosus	Pr	LC
Xantusidae	Lepidophyma gaigeae	Pr	VU
Xenosauridae	Xenosaurus newmanorum	Pr	EN

<sup>1</sup> NOM-059-SEMARNAT-2010: A= Amenazada; Pr= Sujeta a protección especial.

<sup>2</sup> IUCN, 2019: EN= En peligro; VU= Vulnerable; NT= Casi amenazado; LC= Preocupación menor; NE= No evaluado.

Según la Norma Oficial Mexicana, las especies de anfibios y reptiles de interés para su protección pertenecen a dos categorías de riesgo: seis especies se encuentran en la categoría de amenazadas y 15 especies están sujetas a protección especial (DOF, 2018). De acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza: una especie está en peligro, una se encuentra

casi amenazada, una especie no ha sido evaluada, tres son vulnerables y 15 son de preocupación menor (IUCN, 2019) (cuadro 3).

## Conclusiones

La riqueza de especies de anfibios y reptiles registradas en la RPC Xilitla demuestra su importancia como área para la conservación de la biodiversidad a escala regional y



nacional. A pesar de que en el área de estudio la vegetación donde se registró la herpetofauna se encuentra sujeta a presiones antrópicas, aparentemente aún mantiene condiciones adecuadas de hábitat para las especies de anfibios y reptiles aquí reportados.

Es importante subrayar que, aunque los criterios de clasificación son sustancialmente diferentes, tanto organismos internacionales como nacionales clasifican en una o varias categorías de riesgo o en peligro de extinción al 36.8% de las especies que habitan la RPC Xilitla; lo cual destaca la importancia de esta área natural, sobre todo si se toman en cuenta los endemismos registrados *Lepidophyma gaigeae* y *Xenosaurus newmanorum*.

Se ha propuesto que solamente mediante bases científicas sólidas se pueden diseñar y ejecutar planes o acciones de manejo y conservación efectivos para cualquier especie animal. Es por esto que el conocimiento de la presencia y distribución de la herpetofauna en la RPC Xilitla sienta un precedente para continuar los esfuerzos de registro y monitoreo de estas especies con miras a su conservación; en particular de este tipo de organismos, los cuales llegan a ser considerados indicadores de la salud de los ecosistemas.

## Referencias

Besy, R. L. y R. J. L. Camarillo (2002), "Systematics of Xantusiid lizard of the genus *Lepidophyma*". En: *Contributions of Science*, 493, 41.

Campillo, G. G. (2013), "Lista actualizada y análisis de la distribución de la herpetofauna en San Luis Potosí, México" [tesis de licenciatura], México: Instituto Politécnico Nacional.

Canseco, M. L., Q. F. Mendoza y M. M. G. Gutiérrez (2004), "Análisis de la distribución de la herpetofauna". En: I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.), *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*, México: CONABIO / UNAM / Las Prensas de Ciencias, 417-437.

Castoe, T. A., C. L. Spenser y C. L. Parkinson (2007), "Phylogeographic structure and historical demography of the western diamondback rattlesnakes (*Crotalus atrox*): A perspective on North American desert biogeography". En: *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 42, 193-212.

CONABIO. 2019a. *Portal de geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad*, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

CONABIO. 2019b. *Naturalista*, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.naturalista.mx/observations>

Dixon, J. R. y K. Vaughan (2003), "The status of Mexican and Shouthwestern United States Blind Snakes allied with *Leptotyphlops dulcis*". En: *Texas Journal of Science*, 55 (1), 3-24.

DOF (2018), Proyecto de modificación del anexo normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies

- nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010, *Diario Oficial de la Federación*.
- Flores V. O. (1998), "Herpetofauna de México: distribución y endemismos". En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*, México: Instituto de Biología de la UNAM, 251-278.
- Goyenechea I. M. G. y D. M. Gual (2014), "Reptiles en el Bosque Mesófilo de Montaña en México". En: Gual, D. M. y C. A. Rendón, *Bosques Mesófilos de Montaña de México: Diversidad, Ecología y Manejo*, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 263-278.
- IUCN (2019), The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1. International Union for Conservation and Natural Resources. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org>
- Lara, T. D., B. A. Ramírez, A. R. Hernández, L. D. Wilson e I. C. Berriozabal (2013), "*Xenosaurus newmanorum* Taylor, 1949 (Squamata: Xenosauridae): Occurrence in the state of Hidalgo, México". En: *Check List*, 9 (5), 1101-1103
- Lemos, E. J. A., R. E. Ballinger y G. R. Smith (2000), "*Xenosaurus newmanorum* Taylor Newman's Knob-scaled Lizard". En: *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, 714.1-714.2.
- Lemos, E. J. A. y J. R. Dixon (2013), *Amphibians and reptiles of San Luis Potosí*. En: *Eagle Mountain Publishing*, LC. EUZ.
- Morrone, J. J. (2010), "Fundamental biogeographic patterns across the Mexican Transition Zone: an evolutionary approach". En: *Ecography*, 33, 355-361.
- Ochoa, O. L. M. y V. O. Flores (2006), Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana, México: Las Prensas de Ciencias / Facultad de Ciencias de la UNAM.
- Powell R., R. Conant y J. T. Collins (2016), *Peterson field guide to reptiles and amphibians of Eastern and Central North America*, New York: Houghton Mifflin.
- Puig, H. (1991), *Vegetación de la Huasteca. México. Estudio fitogeográfico y ecológico*, México: Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération / Instituto de Ecología / Centre d'Etudes Mexicaines et Centraméricaines. México.
- Rzedowski, J. (1996), "Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México". En: *Acta Botánica Mexicana*, 35, 25-44.
- Stebbins C. R. (2003), *Peterson field guide to Western reptiles and amphibians*, Nueva York: Houghton Mifflin.

## ANEXO 1. HERPETOFAUNA REGISTRADA EN LA RPC XILITLA

Clase, orden, familia y especie	Nombre común
<b>Amphibia</b>	
Caudata	
<b>Salamandridae</b>	
<i>Isthmura bellii</i> (Gray, 1850)	Salamandra
<b>Plethodontidae</b>	
<i>Bolitoglossa platydictyla</i> (Gray, 1831)	Ajolote
<b>Anura</b>	
<b>Rhinophrynidae</b>	
<i>Rhinophrynus dorsalis</i> (Dumeril & Bibron, 1841)	Sapo
<b>Scaphiopodidae</b>	
<i>Scaphiopus couchii</i> (Baird, 1854)	
<i>Spea multiplicata</i> (Cope, 1863)	Sapo
<b>Bufonidae</b>	
<i>Incilius nebulifer</i> (Girard, 1854)	Sapo
<i>Rhinella horribilis</i> (Linnaeus, 1758)	Sapo gigante
<b>Leptodactylidae</b>	
<i>Leptodactylus melanonotus</i> (Hallowell, 1861)	Ranita
<b>Hylidae</b>	
<i>Smilisca baudinii</i> (Dumeril & Bibron, 1841)	Rana de árbol
<i>Trachycephalus typhonius</i> (Linnaeus, 1758)	Rana de árbol
<b>Microhylidae</b>	
<i>Hypopachus variolosus</i> (Cope, 1866)	
<i>Gastrophryne olivacea</i> (Hallowell, 1856)	
<b>Ranidae</b>	
<i>Lithobates berlandieri</i> (Baird, 1859)	Rana
<b>Reptilia</b>	
<b>Testudines</b>	
<b>Emydidae</b>	
<i>Trachemys venusta</i> (Gray, 1855)	Tortuga verde
<b>Kinosternidae</b>	
<i>Kinosternon scorpioides</i> (Linnaeus, 1766)	Galápago
Squamata	
<b>Xantusidae</b>	
<i>Lepidophyma gaigeae</i> (Mosauer, 1936)	Escorpión
<b>Xenosauridae</b>	

<i>Xenosaurus newmanorum</i> (Taylor, 1949)	Escorpión
<b>Scincidae</b>	
<i>Plestiodon brevirostris</i> (Günther, 1860)	Escorpión
<i>Plestiodon lynxe</i> (Wiegmann, 1834)	Lince
<i>Plestiodon tetragramus</i> (Baird, 1859)	Escorpión
<i>Scincella silvicola</i> (Taylor, 1937)	Lince
Teiidae	
<i>Aspidoscelis gularis</i> (Baird & Girard, 1852)	Lagartija corredora
<i>Holcosus undulatus</i> (Wiegmann, 1834)	Lagartija
<b>Anguidae</b>	
<i>Abronia taeniata</i> (Wiegmann, 1828)	Escorpión
<i>Barisia imbricata</i> (Wiegmann, 1828)	Escorpión
<i>Gerrhonotus ophiurus</i> (Cope, 1867)	Escorpión
<b>Iguanidae</b>	
<i>Ctenosaura acanthura</i> (Shaw, 1802)	Iguana negra
<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	Iguana verde
Corytophanidae	
<i>Corytophanes hernandesii</i> (Wiegmann, 1831)	Camaleón
<i>Laemanctus serratus</i> (Cope, 1864)	Camaleón verde
<b>Phrynosomatidae</b>	
<i>Sceloporus variabilis</i> (Wiegmann, 1864)	Lagartija
<i>Sceloporus minor</i> (Cope, 1885)	Lagartija azul
<b>Dactyloidae</b>	
<i>Anolis petersii</i> (Bocourt, 1873)	
<i>Anolis sericeus</i> (Hallowell, 1856)	
Aquamata	
Boidae	
<i>Boa constrictor imperator</i> (Dauin, 1803)	Mazacuata
<b>Colubridae</b>	
<i>Drymarchon melanurus</i> (Bibron & Dumeril, 1854)	Víbora azul
<i>Drymobius margaritiferus</i> (Schlegel, 1837)	Corredora
<i>Hypsiglena tanzeri</i> (Dixon & Lieb, 1972)	
<i>Imantodes cenchoa</i> (Linnaeus, 1758)	Cordelillo
<i>Lampropeltis triangulum</i> (Lacépède, 1789)	Coralillo
<i>Leptodeira maculata</i> (Hallowell, 1861)	Víbora ranera
<i>Leptophis mexicanus</i> (Duméril & Bibron, 1854)	Víbora verde
<i>Nerodia rhombifer</i> (Hallowell, 1852)	Víbora de agua



<i>Ninia diademata</i> (Baird & Girard, 1863)	Coralillo
<i>Oxybelis aeneus</i> (Wagler, 1824)	Bejuquillo
<i>Rhadinaea decorata</i> (Günther, 1858)	
<i>Rhadinaea gaigeae</i> (Bailey, 1937)	Culebra
<i>Spilotes pullatus</i> (Linnaeus, 1758)	Víbora tigre
<i>Tantilla rubra</i> (Cope, 1876)	Coralillo
<i>Thamnophis marcianus</i> (Baird & Girard, 1853)	Víbora de agua
<i>Thamnophis scalaris</i> (Cope, 1861)	
<i>Tropidodipsas sartorii</i> (Cope, 1863)	Coralillo amarillo
<b>Leptotyphlopidae</b>	
<i>Rena dulcis</i> (Baird & Girard, 1853)	
<b>Elapidae</b>	
<i>Micrurus tener</i> (Baird & Girard, 1853)	Coralillo rojo
<b>Viperidae</b>	
<i>Atropoides nummifer</i> (Rüppell, 1845)	Metlapil
<i>Bothrops asper</i> (Garman, 1883)	Mahuaquite
<i>Crotalus molosus</i> (Baird & Girard, 1853)	Cascabel

## ANEXO 2A. CATÁLOGO FOTOGRÁFICO HERPETOFAUNA REGISTRADA EN LA RPC XILITLA

A) *ISTHMURA BELLII*. B) *BOLITOGLOSSA PLATYDACTYLA*. C) *SPEA MULTIPLICATA*. D) *INCILIUS NEBULIFER*. E) *RHINELLA HORRIBILIS*. F) *LEPTODACTYLUS MELANONOTUS*. (FOTOGRAFÍAS: O. GODÍNEZ VIZUET)



A



B



C



D



E



F

## ANEXO 2B. CATÁLOGO FOTOGRÁFICO HERPETOFAUNA REGISTRADA EN LA RPC XILITLA

A) *TRACHYCEPHALUS TYPHONIUS*. B) *SMILISCA BAUDINII*. C) *HYPOPACHUS VARIOLOSUS*. D) *LITHOBATES BERLANDIERI*. E) *TRACHEMYS VENUSTA*. F) *KINOSTERNON SCORPIODIES*. (FOTOGRAFÍAS: O. GODÍNEZ-VIZUET)



A



B



C



D



E



F



## ANEXO 2C. CATÁLOGO FOTOGRÁFICO HERPETOFAUNA REGISTRADA EN LA RPC XILITLA

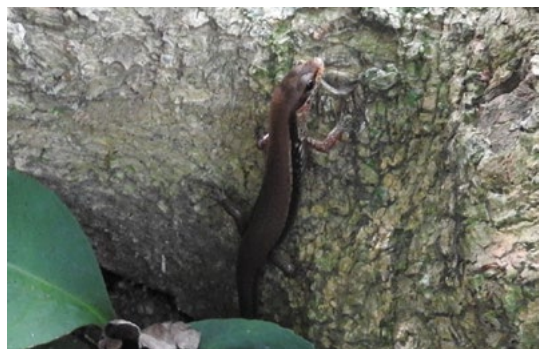
A) *XENOSAURUS NEWMANORUM*. B) *LEPIDOPHYMA GAIGEA*. C) *SCINCELLA SILVÍCOLA*. D) *ASPIDOSCELIS GULARIS*. E) *HOLCOSUS UNDULATUS*. F) *BARISIA IMBRICATA* (FOTOGRAFÍAS: O. GODÍNEZ VIZUET)



A



B



C



D



E



F

## ANEXO 2D. CATÁLOGO FOTOGRÁFICO HERPETOFAUNA REGISTRADA EN LA RPC XILITLA

A) *ABRONIA TAENIATA*. B) *CTENOSAURA ACANTHURA*. C) *IGUANA IGUANA*. D) *LAEMANCTUS SERRATUS*.  
E) *SCELOPORUS VARIABILIS*. F) *SCELOPORUS MINOR* (FOTOGRAFÍAS: O. GODÍNEZ VIZUET, (A) R. GARAYGALVÁN)



A



B



C



D



E



F



## ANEXO 2E. CATÁLOGO FOTOGRÁFICO HERPETOFAUNA REGISTRADA EN LA RPC XILITLA

A) *BOA CONSTRICTOR IMPERATOR*. B) *DRYMARCHON MELANURUS* C) *LAMPROPELTIS TRIANGULUM* D) *LEPTODEIRA MACULATA* E) *NERODIA RHOMBIFER* F) *OXYBELIS AENEUS* (FOTOGRAFÍAS: O. GODÍNEZ VIZUET, (C) R. GARAY-GALVÁN)



A



B



C



D



E



F

## ANEXO 2F. CATÁLOGO FOTOGRÁFICO HERPETOFAUNA REGISTRADA EN LA RPC XILITLA

A) *RHADINAEA GAIGEA*. B) *SPILOTES PULLATUS*. C) *THAMNOPHIS MARCIANUS*. D) *RENA DULCIS*.  
E) *MICRURUS TENER*. F) *BOTHRUPS ASPER*. (FOTOGRAFÍAS: O. GODÍNEZ VIZUET)



A



B



C



D



E



F



## Capítulo 6

# Mamíferos silvestres mayores y medianos

JORGE AGUSTÍN VILLORDO GALVÁN

OCTAVIO CÉSAR ROSAS ROSAS



Jaguar fotografiado por RAIS AC, 2017

La RPC Xilitla representa la conexión —al sur con la Sierra Gorda, Querétaro, y al norte con la subprovincia de la Gran Sierra Plegada— de una gran cantidad de mamíferos medianos y grandes. Además, alberga especies prioritarias para su conservación incluidas en alguna categoría de la NOM-059. Los registros dan cuenta de la presencia de especies de mamíferos mayores y medianos, tales como el jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), ocelote (*Leopardus pardalis*), jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), viejo de monte (*Eira barbara*), puerco espín (*Coendou mexicanus*), armadillo (*Dasyopus novemcinctus*) temazate (*Mazama temama*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), tuza real (*Cuniculus paca*), coatí (*Nasua narica*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Todas estas especies son de suma importancia para mantener el equilibrio en los ecosistemas.

## Introducción

La información generada en las últimas décadas sobre la distribución de los mamíferos establece que México es uno de los países más ricos en especies de mamíferos: el 11% de las especies (Ceballos y Oliva, 2005). Además, este país se encuentra posicionado en tercer lugar a nivel mundial con 161 especies endémicas. Para el estado de San Luis Potosí se registran 120 especies de mamíferos; por esta riqueza de especies, el estado potosino ocupa el quinto lugar a nivel nacional (Dalquest, 1953; Martínez de la Vega, 1999; Ceballos y Oliva, 2005).

La RPC Xilitla se encuentra en los límites de dos grandes regiones biogeográficas (Neártica y la Neotropical). Lo que explica su alto nivel de endemismos de mastofauna encontrada; dicha especie se ha adaptado y especializado a las condiciones preponderantes en la región tales como: latitud, historia geológica, diversidad climática, topografía y diversos tipos de vegetación (Luna *et al.*, 2004). Esta región alberga mamíferos medianos y grandes, los cuales son importantes en la dinámica

y mantenimiento del ecosistema como dispersores de semillas; mientras que otros controlan estas poblaciones de herbívoros al ser sus depredadores (Hernández *et al.*, 2013).

Sin embargo, tanto la intensa actividad productiva en la región como la demanda de bienes y servicios por parte de las poblaciones locales han afectado severamente a estas poblaciones de mamíferos. Por un lado, la región presenta tala clandestina para el aprovechamiento de madera, roza tumba y quema para uso agrícola, ganadería extensiva, cacería furtiva, extracción y comercialización de flora, e incendios (Villordo, 2009). Por otro lado, algunos factores —como el mantenimiento de viejas prácticas de manejo y producción no sostenibles, la entrega de incentivos económicos por parte del gobierno a los pobladores para continuar sembrando maíz— han acelerado este proceso. Finalmente, las actividades turísticas ampliamente difundidas en la zona podrían impactar negativamente la conservación de la fauna en general.



Al respecto, se reconoce la pérdida de hábitat como la principal amenaza para la conservación de mamíferos y otros grupos taxonómicos. La fragmentación de los hábitats aumenta el riesgo de extinción local de especies de animales y plantas al afectar el microclima (Williams, 2002).

Por esta razón, surge la necesidad de identificar los sitios de distribución para garantizar la conectividad de especies de mamíferos de importancia ecológica y así conservar sus hábitats. La RPC Xilitla requiere de un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de manera planeada y ordenada, a fin de que las comunidades puedan beneficiarse de la conservación y buen estado de sus recursos naturales. Algunas iniciativas como el Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental (CESMO) buscaron conectar dos o más regiones naturales; esto para facilitar la dispersión de ejemplares de fauna para mantener el flujo genético de las poblaciones, sin lograrlo hasta ahora (Álvarez y Muñoz, 2008).

## Resultados

A lo largo de los últimos 10 años, se han realizado esfuerzos para monitorear a los mamíferos en la RPC Xilitla, mediante el fototrampeo y la búsqueda de rastros (huellas, excretas, rascaderos, echaderos, madrigueras, restos de presas). Estas técnicas no resultan invasivas y ayudan a monitorear especies crípticas poco abundantes, como mamíferos de talla

grande y mediana (Lyra *et al.*, 2008). El uso de trampas-cámara es considerada como una de las técnicas más recomendables para la obtención de estimaciones confiables de poblaciones de carnívoros (Karanth y Nichols, 1998; Maffei *et al.*, 2007; Silver *et al.*, 2004); actividad que se complementa con la aplicación de entrevistas estructuradas a los pobladores de la zona.

En el año 2008, se logró uno de los primeros registros fotográficos de jaguar (figura 1) en San Luis Potosí, dentro del ejido La Trinidad, Xilitla (Villordo, 2009). El animal fotografiado es un macho adulto, registrado en un bosque templado a una altitud de 2,400 m; además de otros registros de mamíferos como el ocelote (*Leopardus pardalis*) (figura 2).

Posteriormente, en el año 2009, con apoyo de la Agencia de Cooperación Alemana al Desarrollo (antes GTZ, ahora GIZ), se llevó a cabo un estudio denominado "Monitoreo de Mamíferos Mayores en la RPC Xilitla", que incluyó la realización de 182 entrevistas en 28 comunidades; la lista de las especies reportadas en este estudio se presenta en el cuadro 1.

En general, la mayoría de la población de la RPC Xilitla ignora que habita en un área protegida, pues sólo el 11.5% la reconoce; el resto considera los terrenos de uso común de los ejidos como el "área protegida". Desconocen también que la CONANP trabaje en la zona y sólo ubican a la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (RBSG) en Querétaro, donde se encuentra un ANP de carácter Federal.

FIGURA 1. JAGUAR MACHO, FOTOGRAFIADO EN AGOSTO DE 2008 EN LA RPC XILITLA



FIGURA 2. OCELOTE, FOTOGRAFIADO EN AGOSTO DE 2008 EN LA RPC XILITLA



El 63.1% de los entrevistados afirma que la fauna que solía existir en abundancia ha disminuido. Las razones de esta disminución se deben principalmente a la cacería ilegal (49.4%), a los incendios forestales (11.5%), a la deforestación (8.7%) y al incremento de la población humana (2.7%). Un porcentaje mínimo (5.4%) indica no saber las causas. La caza se realiza por subsistencia (96.7%) y por recreación (3.3%).

CUADRO 1. LISTADO DE ESPECIES DE MAMÍFEROS EN LA RPCX

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Estatus en la NOM 059</b>
<i>Bassariscus astutus astutus</i>	Cacomixtle	--
<i>Canis latrans</i>	Coyote	--
<i>Coendu mexicanus</i>	Puerco espín	Amenazada
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo	--
<i>Cuniculus paca</i>	Tuza Real	--
<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo	--
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	--
<i>Eira barbara</i>	Viejo de monte	En peligro de extinción
<i>Galictis vittata</i>	Grisón	Amenazada
<i>Glaucomys volans</i>	Ardilla voladora	Amenazada
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	En peligro de extinción
<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	En peligro de extinción
<i>Mazama temama</i>	Venado Temazate	--
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado	--
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	--
<i>Nasua narica</i>	Coatí	--
<i>Panthera onca</i>	Jaguar	En peligro de extinción
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	--
<i>Potos flavus</i>	Martucha	Protección especial
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	--
<i>Puma concolor</i>	Puma	Protección especial
<i>Puma yagouaroundi</i>	Jaguarundi	Amenazada
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	--
<i>Sciurus uculatus</i>	Ardilla	--
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón	--
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo tropical	--
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	--
<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	En peligro de extinción
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	--

Las especies más buscadas por cazadores furtivos son la tuza real o tepezcuintle (*Cuniculus paca*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), temazate (*Mazama temama*), coatí (*Nasua narica*) y jabalí (*Pecari tajacu*); mismas que forman parte de la base de presas de mamíferos mayores como el jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*). La presencia de mamíferos pequeños y medianos es importante en un ecosistema pues representan la base de presas de mamíferos mayores como osos, pumas y jaguares (Rosas *et al.*, 2003; Núñez *et al.*, 2000).

Las principales afectaciones de la fauna silvestre son los ataques a los animales domésticos (aves de corral) por jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*); así como los daños a los cultivos por el coatí (*Nasua narica*) y el jabalí (*Pecari tajacu*). Sólo un 6.5% de los entrevistados reporta ataques esporádicos de jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) a becerros y caballos. También se reportan daños en los cultivos y la depredación de borregos, causados por la presencia de oso negro (*Ursus americanus*) en los ejidos de La Trinidad, El Chalahuite y Joya de las Vacas. Aunque no fue posible obtener registros fotográficos o rastros (huellas o excretas) claros de la especie durante los recorridos en campo; se cuenta con la información que dieron los entrevistados respecto a la descripción física del animal, su patrón de depredación y forma

de alimentación; así como la presencia confirmada en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (RBSG), quienes validarían la presencia esporádica u ocasional de la especie en algunas zonas de la RPC Xilitla (Villordo, 2009).

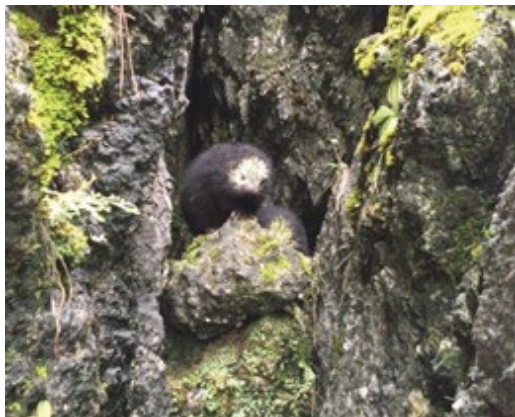
Durante 2014 y 2015 se retomaron las actividades de monitoreo mediante el financiamiento otorgado por la CONANP y el Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), derivado de los registros de especies sombrilla obtenidos en estudios previos (Villordo, 2009). Para ello, se instalaron 11 estaciones de foto-trampeo en el ejido La Trinidad en sitios identificados previamente.

En total se obtuvieron 229 fotografías de 14 especies de fauna silvestre, derivadas de 968 noches trampa: la más frecuente fue la tuza real (*Cuniculus paca*). Entre los registros destacan: puercoespín tropical (*Coendus mexicanus*) (figura 3), el viejo de monte (*Eira barbara*) (figura 4), tigrillo (*Leopardus wieddi*) (figura 5) y puma o león de montaña (*Puma concolor*) (figura 6). Cabe señalar que después de siete años se logró fotografiar nuevamente un jaguar (*Panthera onca*). Asimismo, se obtuvieron registros de aves en peligro de extinción como el chivizcoyo o perdiz veracruzana (*Dendrortyx barbatus*), la paloma perdiz de cara blanca (*Geotrygon albifacies*) y pavo cojolite (*Penelope purpurascens*).

Para estimar la abundancia relativa por especie, adicionalmente se recorrieron 14



FIGURA 3. PUERCOESPÍN TROPICAL (*COENDUS MEXICANUS*) FOTOGRAFIADO EN 2014 POR JUAN PONCE REYES, GUÍA LOCAL DE LA COMUNIDAD DE LA TRINIDAD



transeptos en la búsqueda de rastros en los ejidos de La Silleta y La Trinidad. Como resultado, se detectó que la especie más abundante es el venado temazate (*Mazama temama*).

En 2015, aunque sólo se instalaron ocho estaciones de foto-trampeo, se realizó un mayor número de transeptos: un total de 32.4 kilómetros en los ejidos de “La Trinidad” y “La Silleta”. De esta forma se obtuvieron 56 registros de 13 especies de fauna silvestre, siendo la más representativa el tlacuache. Las estimaciones de abundancias relativas encontradas se presentan en la figura 5.

En 2017 se reactivaron los esfuerzos de monitoreo con equipos de foto-trampeo, con apoyo de Redes de Apoyo Inteligente y

FIGURA 4. VIEJO DE MONTE (*EIRA BARBARA*) FOTOGRAFIADO EN 2014



Sostenido A. C. Para ello se colocaron tres cámaras en el ejido La Silleta durante un periodo de seis meses, con las que se logró la fotografía de un jaguar (figura 9). Este último registro confirma que, si bien la RPC Xilitla forma parte de su distribución, los registros esporádicos indicarían que no se cuenta con una población residente; es decir, esta región se utiliza como lugar de tránsito hacia otras áreas con mejores condiciones, como puede ser una base de presas más abundante.

La fragmentación y el estado de sucesión vegetal es una variable que influye en la abundancia de mamíferos medianos que son presas de jaguares y pumas en San Luis Potosí (Villordo *et al.*, 2010; García *et al.*, 2015). Debido a lo anterior, la situación actual de deterioro de la RPC Xilitla constituye una

amenaza para el mantenimiento de una población de felinos a largo plazo (Del Río, 2016). Algunos mamíferos funcionan como especies indicadoras de ecosistemas sanos.

En el caso de la RPC Xilitla, pareciera que el estado de conservación de la parte alta de la sierra de la RPC Xilitla es aceptable; sin embargo, no se han encontrado abundancias relativas importantes en el caso de grandes felinos. Esto en comparación con otras áreas cercanas, como la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT) (Del Río, 2016). Estas densidades bajas de felinos y mamíferos medianos indican que el área de la RPC Xilitla es utilizada únicamente como un sitio de paso, un *steppen stone* hacia hábitats más adecuados donde los felinos encuentran una base de presas suficiente

FIGURA 5. TIGRILLO (*LEOPARDUS WIEDDI*) FOTOGRAFIADO EN 2014





FIGURA 6. PUMA O LEÓN DE MONTAÑA (*PUMA CONCOLOR*) FOTOGRAFIADO EN 2014

para el mantenimiento de una población (Dueñas *et al.*, 2015).

Se recomienda fomentar estrategias de manejo de los recursos naturales como: 1) establecer Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS), que les permita a los dueños de la tierra la obtención de ingresos económicos de un aprovechamiento legal y ordenado de los recursos; 2) verificar se realicen actividades de turismo sostenible en sitios de atractivos naturales, ya que esta actividad podría afectar aún más la zona por la demanda de

servicios que genera el turista e impactar negativamente la conservación de la fauna en general; 3) actualizar, recategorizar o integrar la RPC Xilitla a una figura de protección funcional de ANP y socializarla con la población.

### Conclusiones

La RPC Xilitla representa un sitio de alta riqueza de mamíferos grandes y medianos, sin embargo, sus abundancias no son significativas debido principalmente a las afectaciones negativas al hábitat por

FIGURA 7. ABUNDANCIA RELATIVA DE ESPECIES DE FAUNA EN 2014

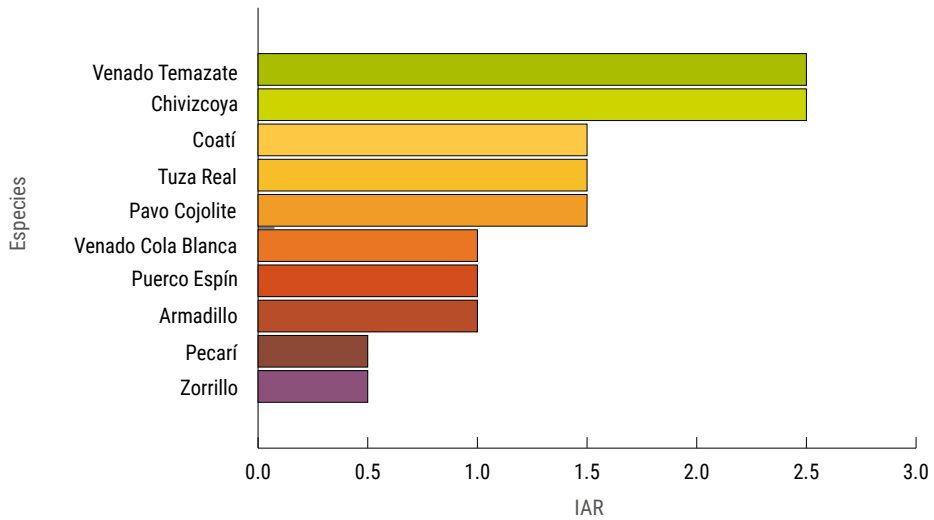
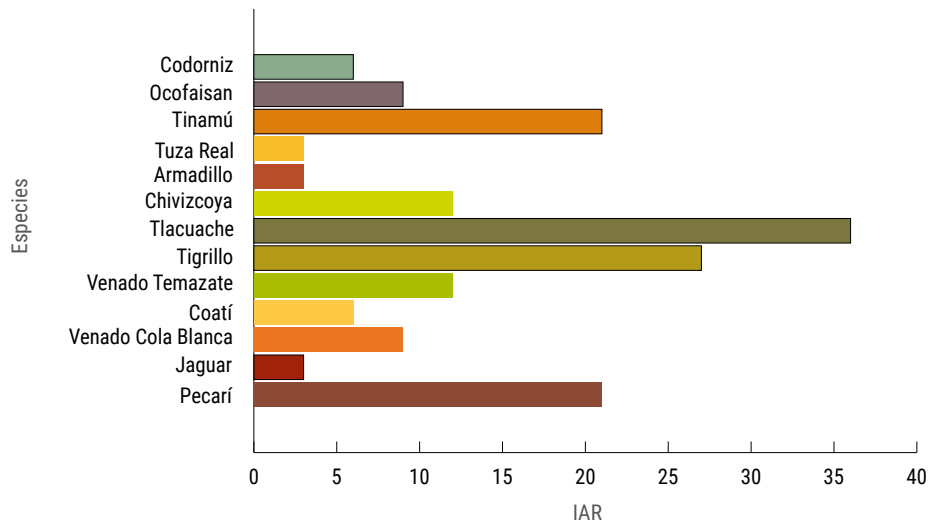


FIGURA 8. ABUNDANCIAS RELATIVAS DE ESPECIES DE FAUNA EN 2015





actividades antropogénicas y a la cacería ilegal o furtiva que se realiza en la zona.

Es posible que los organismos provenientes de la serranía de la Sierra Plegada y la RBSAT utilicen la RPC Xilitla como sitio de paso. Su objetivo es dispersarse hacia el sur, buscando establecerse en áreas con mejor calidad de hábitat y disponibilidad de alimento. Su destino puede ser la RBSG en Querétaro, donde también se han detectado estos mamíferos de una forma más recurrente.

Estos datos obtenidos aportan información importante sobre las especies que potencialmente habitan en el área, a fin de que se logren implementar las estrategias necesarias para propiciar que estas especies de mamíferos mayores y medianos puedan continuar presentes; asimismo, para que puedan cumplir su función dentro del ecosistema pues muchas de ellas son consideradas como indicadores del ecosistema.

## Referencias

- Álvarez, I. P. y P. C. Muñoz (2008), "Instrumentos territoriales y económicos que favorecen la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad". En: *Capital natural de México. Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*, 3, México: CONABIO, 229-258.
- Ceballos, G. y G. Oliva (2005), *Los Mamíferos Silvestres de México*, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Fondo de Cultura Económica.
- Dalquest., W.W. (1953), *Mammals of the Mexican state of San Luis Potosí*, Louisiana: University Press.
- Del Rio García, I. N. (2016), "Estado poblacional de mamíferos en dos áreas naturales protegidas de San Luis Potosí, México" [tesis de maestría], México: Colegio de Postgraduados.
- Dueñas, L. G., R. O. C. Rosas, V. L. Chapa, L. C. Bender, A. L. A. Tarango, M. J. F. Martínez, y C. J. L. Alcántara (2015), "Connectivity among jaguar populations in the Sierra Madre Oriental, México". En: *Therya*, 6 (2), 449-467.
- García Marmolejo, G., L. Chapa Vargas., M. Weber y E. Huber Sannwald (2015), "Landscape composition influences abundance patterns and habitat use of three ungulate species in fragmented secondary deciduous tropical forests, Mexico". En: *Global Ecology and Conservation*, 3, 744-755.
- Hernández Saint Martin, A. D., O. C. Rosas Rosas, J. Palacio Núñez, L. A. Tarango Arámbula, F. Clemente Sanchez y A. L. Hoogensteijn (2013), "Patrones de actividad del jaguar, puma y sus presas potenciales en San Luis Potosí, México". En: *Acta Zoológica Mexicana*, 29, 520-533.
- Karanth, K. U. y J. D. Nichols (1998), "Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures". En: *Ecology*, 79, 2852-2862.
- Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.) (2004), *La biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*, México: CONABIO / UNAM.
- Lyra J., M. C., G. Ciocheti, V. R. Piverllo y S. T. Meirelles (2008), "Comparing methods for sampling large and

- médium sized mammals: camera traps and track plots". En: *European Journal of Wildlife Research*, 54, 739-744.
- Maffei, L., E. Cuellar y A. Noss (2007), "Estimación de la población de jaguar con trampas cámara: Un ejemplo en Bolivia". En: Ceballos, G., G. Chavez, R. List y H. Zarza (eds.), *Cambridge en México: Estudios de caso y perspectivas*, México: CONABIO / Alianza WWF / Telcel / UNAM, 155-160.
- Martínez de la Vega, G. (1999), "Bibliografía zoológica comentada del Estado de San Luis Potosí". En: *Acta Científica Potosina*, 14, 40-158.
- Núñez, R., B. Miller y F. Lindzey (2000), "Ecology of jaguars and pumas in Jalisco, México". En: *Journal of Zoology*, 252, 373-379.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2014), *Informe Final: "Conservación del jaguar en el corredor sur de la Sierra Madre Oriental". Programa de Conservación de Especies en Riesgo* (PROCER).
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2015), *Informe Final: "Conservación y conectividad del jaguar en el Corredor Ecológico Sierra Madre Oriental". Programa de Conservación de Especies en Riesgo* (PROCER).
- Rosas Rosas, O. C., R. Valdez, L. Bender y D. Daniel (2003), "Food habits of pumas in northwestern Sonora, México". En: *Wildlife Society Bulletin*, 31, 528-535.
- SEMARNAT (2001), "Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificación por su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo", *Diario Oficial de la Federación*, 6 de marzo 2002.
- Silver, S. C., L. E. T. Ostro, L. K. Marsh, L. Maffei, A. J. Noss, M. J. Kelly, R. B. Wallace, H. Gomez y G. Ayala (2004), "The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis". En: *Oryx*, 38 (2), 148-154.
- Villordo Galván, J. A. (2009), Distribución y estado de conservación del jaguar (*Panthera onca*) en San Luis Potosí, México [tesis de maestría], México: Colegio de Postgraduados.
- Villordo Galván, J. A., O. C. Rosas Rosas, F. Clemente Sánchez, J. F. Martínez Montoya, L. A. Tarango Arámbula, G. Mendoza Martínez, M. D. Sánchez Hermsillo y L. C. Bender (2010), "The Jaguar (*Panthera onca*) in San Luis Potosi, Mexico". En: *The Southwestern Naturalist*, 55, 394-402.
- Villordo Galván, J. A. (2009), *Informe Final "Monitoreo de mamíferos mayores como un indicador del grado de conservación de la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla" (Reserva Nacional Porción Boscosa del Estado de San Luis Potosí, SLP. México)*, México: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH / Cooperación Técnica Alemana.
- Williams Linera, G., R. Manson y E. Insunza (2002), "La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México". En: *Madera y Bosques*, 8 (1), 73-89.

# Biodiversidad, conservación y aprovechamiento de orquídeas

TANIA LUCELY RAMÍREZ PALOMEQUE

CLAUDIA SELENE ALFARO MEDINA

JAVIER FORTANELLI MARTÍNEZ

JOSÉ ARTURO DE NOVA VÁZQUEZ



En la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla (RPC Xilitla) se ha documentado la extracción de orquídeas silvestres con valor estético y mercantil, lo que representa una de las principales amenazas para su conservación. El presente trabajo tiene dos propósitos: caracterizar dicha región a través de un inventario actualizado de la riqueza de orquídeas y evaluar la problemática para su aprovechamiento comercial. Las Unidades de Manejo Ambiental (UMA) son la herramienta legal para llevar a cabo un aprovechamiento sustentable; mediante este trámite, se registraron dos UMA para dos tipos de actores (un empresario privado y un grupo comunitario). Se registró una riqueza de 67 taxones identificados hasta la categoría de especie y siete con nomenclatura abierta, identificados sólo a nivel de género. En relación con su aprovechamiento, el mercado potencial es muy promisorio, pero los trámites para legalizar su comercio presentan una regulación excesiva e inconexa con las instancias encargadas de aplicarla. Asimismo, la situación socio-económica de los usufructuarios limita su participación y dificulta la implementación de acciones efectivas de conservación, propiciando la extracción ilegal de especímenes.

## Introducción

La familia Orchidaceae es de las más diversas: cuenta aproximadamente con 25,000 especies a nivel mundial (Dressler, 1981). En México, se han reportado más de 1,260 especies; este número sigue en aumento, debido a las constantes hibridaciones (Salazar, 2009). Las orquídeas tienen una alta afinidad con los bosques de niebla y las selvas tropicales; pero la extracción ilegal y la degradación de su hábitat son las principales amenazas para la conservación.

Una medida de protección a nivel internacional para prevenir la extracción ilegal de orquídeas fue incluir a esta familia en los apéndices de la Convención Internacional para la Comercialización de Vida Silvestre (CITES). No obstante, la regulación a través de una instancia internacional no ha sido suficiente pues la venta ilícita de orquídeas a pequeña escala es la causa principal de su amenaza en México (Carmona, 2012;

Eccardi y Becerra, 2003); específicamente, 181 especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con algún grado de riesgo (SEMARNAT, 2010).

Los principales centros de extracción y venta ilegal de orquídeas se encuentran en los estados de Querétaro, Nayarit, Chiapas, Puebla, Tabasco, Guerrero, Michoacán, Quintana Roo, Yucatán, Morelos y Veracruz. Esta actividad es realizada principalmente por comerciantes de zonas rurales y de origen indígena (Carmona, 2012; Menchaca *et al.*, 2003). En la Huasteca Potosina también se ha documentado su comercialización, principalmente en los tianguis dominicales.

Las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) –instrumentos para fomentar tanto la conservación de especies, como su aprovechamiento sustentable– son la única opción legal para el comercio de orquídeas en riesgo. Estas pueden funcionar en



pequeñas o extensas propiedades, bajo cualquier régimen de tenencia de la tierra. Estos instrumentos presentan las siguientes modalidades:

- UMA extensiva o en vida libre, principalmente destinada a la fauna que requiere de grandes extensiones para moverse.
- UMA intensiva o en confinamiento, para flora o fauna en áreas pequeñas.
- Predios e Instalaciones que Manejan Vida Silvestre (PIMVS), destinadas generalmente a flora con fines comerciales como objetivo principal.

Al haberse orientado desde sus inicios a la modalidad de rancho cinegético (caza deportiva de fauna), el trámite generó un sesgo hacia empresarios privados. Categoría que, en la actualidad, agrupa a la mayoría de usuarios de UMA con el 71% (figura 1). Destaca el hecho que solo el 7.3% de los grupos aprovechados bajo este instrumento legal corresponde a la flora (Gallina-Tessaro, *et al.*, 2009; CONABIO, 2012) (figura 2).

En el caso de la familia Orchidaceae, las UMA existentes concentran solo el 16% de las más de 1,260 especies nacionales; el resto nunca ha sido comercializado o sólo tiene interés científico. En México, las UMA “La Joya” y “Río Verde” son las principales comercializadoras de especies silvestres, aunque sus principales ventas son por híbridos de orquídeas o especies exóticas como las *Phalaenopsis*. El resto de las UMA funcionan más como jardín botánico (cuadro 1).

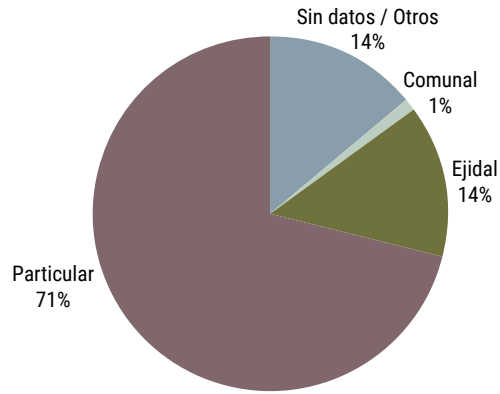
Para la región de Xilitla se ha referido la existencia de 47 especies de orquídeas (Alfaro *et al.*, 2017), equivalentes al 30% de la riqueza estatal. La importancia de este municipio en cuanto a la riqueza de su orquideoflora – sumada a la existencia de grupos indígenas marginados y a la evidencia de la extracción y venta ilegal de especímenes de esta familia, referidos en categorías de riesgo– convierte en una prioridad la búsqueda de alternativas para lograr su conservación y su aprovechamiento sostenible. El presente capítulo presenta una lista actualizada de especies de orquídeas para la región y analiza el proceso de implementación del modelo de las UMA, particularmente en dos diferentes actores sociales: un grupo comunitario y un empresario privado.

## Materiales y métodos

### ACTUALIZACIÓN DEL REGISTRO DE ESPECIES

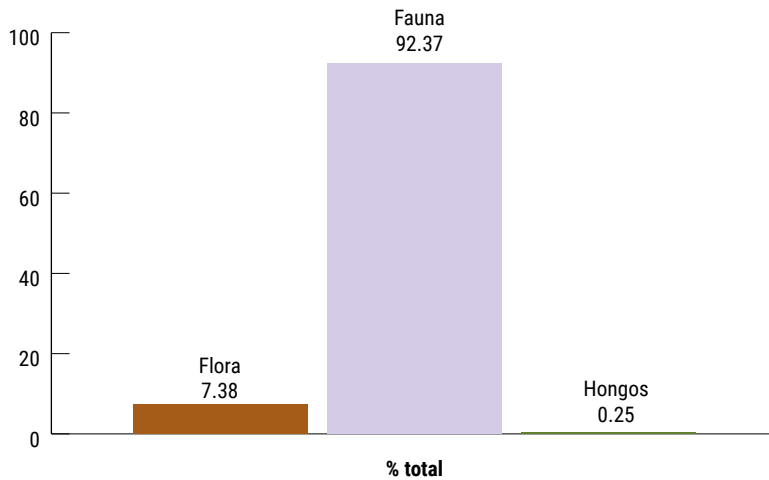
Se realizó un inventario de orquídeas mediante 37 recorridos de campo en la RPC Xilitla, realizados entre 2015 y 2018. Para ello, se contó con el apoyo de colaboradores locales y con la anuencia de las autoridades ejidales de Coronel José Castillo (CJC), Cuartillo Viejo (CV) y La Trinidad (LT), ejido seleccionado sólo para los muestreos en campo. Las recolectas botánicas se desarrollaron bajo la metodología de Lot y Chiang (1986). La herborización y la identificación de los especímenes se realizaron en el herbario Isidro Palacios (SLPM) del Instituto de

FIGURA 1. TIPOS DE PROPIEDAD QUE REGISTRAN UMA



Fuente: CONABIO, 2012; SEMARNAT, 2017

FIGURA 2. PROPORCIÓN DE GRUPOS (FLORA, FAUNA Y HONGOS) APROVECHADOS POR UMA (EXTENSIVA E INTENSIVA)



Fuente: CONABIO, 2012; SEMARNAT, 2017.

**CUADRO 1. PRINCIPALES UMA DE ORQUÍDEAS SILVESTRES**

<b>Empresa</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Objetivo principal</b>
Rancho La Joya	Atlixco, Puebla	Reproducción y venta
La Encantada	Oaxaca, Oaxaca	Jardín botánico, ecoturismo
Río Verde	Temascaltepec, Valle de Bravo, Edo. de México	Reproducción y venta
La Selva	Catemaco, Veracruz	Jardín botánico, ecoturismo
Orquiflor	Tenango de las Flores, Huauchinango, Puebla	Reproducción y venta

Fuente: Menchaca García *et al.*, 2003; Vargas *et al.*, 2014.

Investigación en Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

### PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA UMA

Los actores seleccionados, además de pertenecer a estratos sociales y económicos diferentes, manifestaron interés por aprovechar las orquídeas que se encuentran en los terrenos que usufructúan. El grupo comunitario lo integran 17 pobladores del ejido Coronel José Castillo, en cuyo territorio predomina el bosque húmedo de montaña. El empresario cuenta con un predio en el ejido Cuartillo Viejo (figura 3), donde prevalece la selva mediana, con elevada presencia de potreros y cafetales.

El método empleado fue el de la investigación-acción-participativa, el cual permite comprender los fenómenos sociales que influyen en el desarrollo de un proyecto productivo desde la perspectiva de sus miembros. Asimismo, busca destacar la importancia del sujeto como actor principal para que desarrolle la confianza y las habilidades que le permitan sostener los proyectos, una vez que los recursos

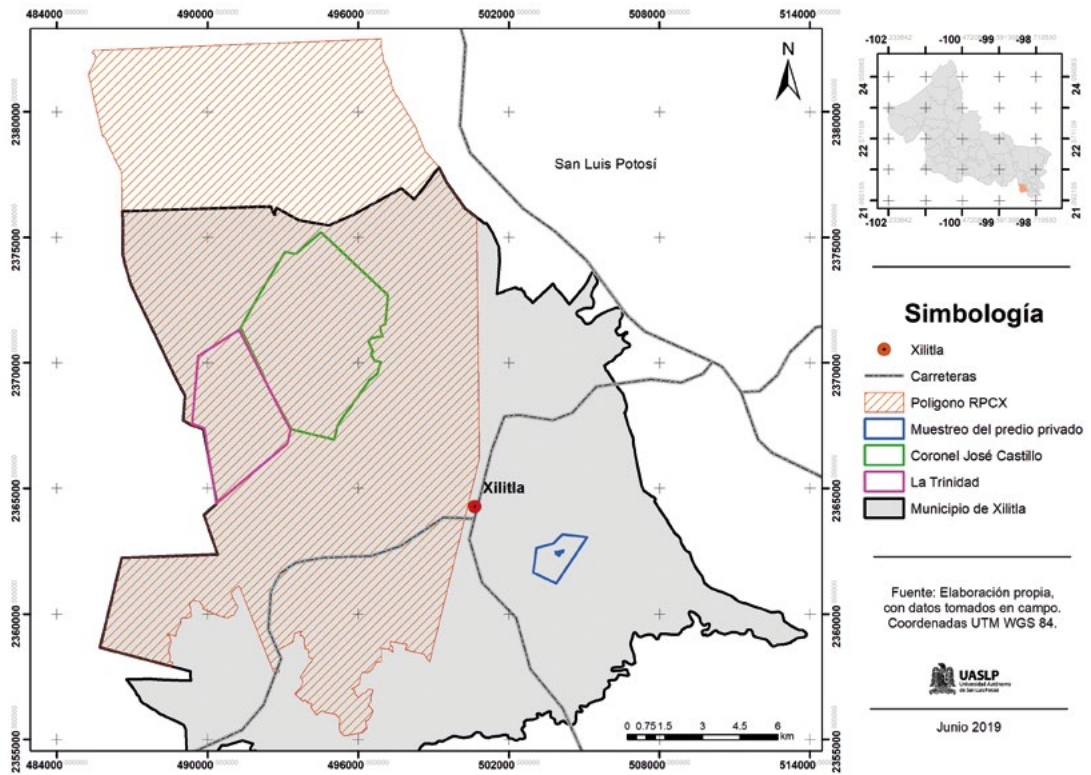
económicos externos han terminado (Knapp & Herlihy, 2003). Adicionalmente, se utilizaron técnicas etnográficas —como las entrevistas, la observación participante y algunas dinámicas participativas basadas en los manuales de Geilfus (1997) (Parra Vázquez, *et al.*, 2015; Burns, *et al.*, 2004)— para obtener información sobre las actividades que desarrollan dichos sujetos y su grado de colaboración.

Se proporcionaron tres talleres para los dos grupos de actores, con las siguientes temáticas:

- Características de las orquídeas y marco legal para su aprovechamiento
- Requerimientos para el establecimiento de una UMA.
- Propagación y cuidados de orquídeas con valor comercial.

El análisis de las dificultades y/o facilidades para el aprovechamiento sustentable de orquídeas en regímenes comunitarios y privados incluyó la revisión bibliográfica sobre leyes, normas y políticas públicas; así como sus requerimientos a nivel federal, estatal, municipal y local en

FIGURA 3. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. NOTA: LA TRINIDAD SÓLO FUE PARTE DEL MUESTREO



temas de vida silvestre. A la par, se aplicaron cuestionarios a tres grupos de compradores potenciales —no conocedores, aficionados y expertos— quienes definieron tres categorías de valor al visualizar fotos de 41 especies (las registradas en ambas UMA al momento de hacer la encuesta):

1. Especies con alto valor ornamental. Los no conocedores consideraron, en orden de importancia: el color llamativo; la forma (composición) entre el labelo, los pétalos y sépalos; mayor tamaño de las flores y; pocos cuidados.
2. Especies con valor de colección. Los aficionados determinaron como características principales: el color llamativo, la forma de la flor y la rareza de la especie. Coincidieron en que las flores pequeñas son una característica llamativa.
3. Especies con importancia científica. Los expertos asignaron mayor importancia a las especies con poblaciones escasas, las que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las de hábitats vulnerables, las de nuevos registros y las que representan dificultades para su identificación taxonómica.



## Resultados

### ORQUÍDEAS Y VALORACIÓN COMERCIAL

A la fecha se ha registrado la presencia de 74 taxones, de los cuales 67 se han identificado en la categoría de "Especie" y siete en "Género" (cuadro 2). En total, se tienen registrados 48 géneros que representan el 39.5% de la orquideoflora del estado potosino. Cinco especies se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (figura 4), y nueve especies fueron reportadas como registros nuevos para el estado (figura 5a y b).

Del total de orquídeas: 30 son terrestres, 28 epífitas, ocho rupícolas, cinco de hábitos terrestre-rupícolas y tres rupícola-epífitas. El tipo de vegetación que registró mayor riqueza fue el bosque húmedo de montaña (48 especies); en contraste con los de menor riqueza, como el bosque de coníferas (10 especies) y los cafetales (10 especies).

El cuadro 2 muestra la clasificación de orquídeas de acuerdo con la categoría asignada por los posibles compradores. De éstas, el 26.8% cuentan con valor ornamental según lo revisado en los catálogos de venta de UMA de orquídeas: 51.2% con valor científico, y 90.2% con valor de colección.

CUADRO 2. RIQUEZA DE ESPECIES Y VALOR DE MERCADO

Especies	Forma de vida	Tipo de vegetación	Valor ornamental	Valor de colección	Valor científico
1. <i>Alamania punicea</i> Lex.	E	BC	--	--	--
2. <i>Arpophyllum laxiflorum</i> Pfitzer	E	BHM /BC	SI	SI	NO
3. <i>Aulosepalum pyramidale</i> (Lindl.) M. A. Dix & M. W. Dix	T	BCE	--	--	--
4. <i>Beloglottis costaricensis</i> (Rchb. f.) Schltr.	R	BHM	--	--	--
5. <i>Bletia purpurea</i> (Lam.) DC.	T	BHM	SI	SI	NO
6. <i>Brassavola appendiculata</i> A. Rich. & Galeotti	E	SM /CAF	NO	SI	NO
7. <i>Calanthe calanthoides</i> (A. Rich. & Galeotti) Hamer & Garay	T y R	BHM	NO	SI	NO
8. <i>Chysis bractescens</i> Lindl.	E	SM	SI	SI	SI
9. <i>Corallorhiza bulbosa</i> A. Rich. & Galeotti.	T	BC	--	--	--
10. <i>Cranichis ciliata</i> Kunth	R	BHM	SI	SI	NO
11. <i>Cranichis apiculata</i> Lindl	T y R	BHM	--	--	--
12. <i>Cyclopogon luteoalbus</i> (A. Rich. & Galeotti) Schltr.	T	BHM	NO	SI	SI
13. <i>Cyclopogon violaceus</i> (A. Rich. & Galeotti) Schltr.	T	BCE /BHM	--	--	--

Especies	Forma de vida	Tipo de vegetación	Valor ornamental	Valor de colección	Valor científico
14. <i>Deiregyne densiflora</i> (C. Schweinf.) Salazar & Soto Arenas	T	BC	NO	NO	SI
15. <i>Dichaea glauca</i> (Sw.) Lindl.	E	BHM / SM	SI	SI	NO
16. <i>Dichaea neglecta</i> Schltr.	R	BHM	NO	SI	NO
17. <i>Epidendrum cardiophorum</i> Schltr.	E	CAF	NO	SI	NO
18. <i>Epidendrum chlorocorymbos</i> Schltr.	E	CAF	NO	SI	NO
19. <i>Epidendrum longipetalum</i> A. Rich. & Galeotti	R y E	BCE / BHM	NO	SI	NO
20. <i>Goodyera</i> aff. <i>brachyceras</i>	T	BHM	NO	SI	SI
21. <i>Goodyera brachyceras</i> (A. Rich. & Galeotti) Garay & G.A. Romero	T y R	BHM	NO	SI	SI
22. <i>Goodyera epiphytica</i> R. Jiménez (Inéd.)	E	BHM	NO	SI	SI
23. <i>Goodyera</i> sp.	T	BCE	--	--	--
24. <i>Goodyera</i> sp.	T	BHM	--	--	--
25. <i>Govenia liliacea</i> (Lex.) Lindl.	T	BCE	SI	SI	NO
26. <i>Govenia superba</i> (Lex.) Lindl.	T	BCE	SI	SI	SI
27. <i>Habenaria</i> cf. <i>ibarrae</i>	T	BHM	--	--	--
28. <i>Habenaria quinqueseta</i> (Michx.) Eaton	T	BHM	NO	SI	NO
29. <i>Hexaletris grandiflora</i> (A. Rich. & Galeotti) L. O. Williams	T	BHM	--	--	--
30. <i>Homalopetalum pumilum</i> (Ames) Dressler	E	BHM	--	--	--
31. <i>Isochilus unilateralis</i> B. L. Rob.	E	BHM / BCE	SI	SI	NO
32. <i>Kionophyton sawyeri</i> (Standl. & L. O. Williams) Garay	T	BHM	--	--	--
33. <i>Leochilus oncidioides</i> Knowles & Westc.	E	SM	NO	SI	SI
34. <i>Lepanthes papilionacea</i> Salazar, Soto Arenas & O. Suárez	E	BHM	--	--	--
35. <i>Lycaste consobrina</i> Rchb. f.	E	BHM	--	--	--
36. <i>Lycaste depeei</i> (Lodd. ex Lindl.) Lindl.	E	BHM	--	--	--
37. <i>Malaxis brachyrrhynchos</i> (Rchb. f.) Ames	T	BC / BCE	--	--	--
38. <i>Malaxis</i> aff. <i>brachystachys</i>	T	BCE	--	--	--
39. <i>Malaxis brachystachys</i> (Rchb. f.) Kuntze	T	BC	--	--	--
40. <i>Malaxis excavata</i> (Lindl.) Kuntze	T y R	BHM	NO	SI	SI
41. <i>Malaxis histionantha</i> (Link) Garay & Dunst.	T y R	BHM	NO	NO	SI

Especies	Forma de vida	Tipo de vegetación	Valor ornamental	Valor de colección	Valor científico
42. <i>Malaxis lepidota</i> (Finet) Ames	T	BHM	--	--	--
43. <i>Malaxis soulei</i> L. O. Williams	T	BHM / BCE	NO	NO	SI
44. <i>Malaxis</i> sp.	T	BHM	--	--	--
45. <i>Maxillaria densa</i> Lindl.	E	CAF	--	--	--
46. <i>Maxillaria variabilis</i> Bateman ex Lindl.	R	BHM	--	--	--
47. <i>Mormodes maculata</i> var. <i>unicolor</i> (Hook.) L. O. Williams	E	BHM / BC	SI	SI	SI
48. <i>Nidema boothii</i> (Lindl.) Schltr.	E	SM / CAF	NO	SI	NO
49. <i>Notylia barkeri</i> Lindl.	E	CAF	NO	SI	NO
50. <i>Oestlundia cyanocolumna</i> (Ames, F. T. Hubb. & C. Schweinf.) W.E. Higgins	E	BHM / BCE	NO	SI	NO
51. <i>Oncidium sphacelatum</i> Lindl.	R	CAF	--	--	--
52. <i>Ornithocephalus</i> sp.	E	BHM	--	--	--
53. <i>Pelexia funckiana</i> (A. Rich. & Galeotti) Schltr.	T	BHM	--	--	--
54. <i>Platanthera brevifolia</i> (Greene) Senghas	T	BC	--	--	--
55. <i>Polystachya foliosa</i> (Hook.) Rchb. f.	E	SM / CAF	NO	SI	NO
56. <i>Ponthieva ephippium</i> Rchb. f.	R	BHM / BC	NO	SI	SI
57. <i>Ponthieva mexicana</i> (A. Rich. & Galeotti) Salazar	T	BC	--	--	--
58. <i>Ponthieva rinconii</i> Salazar	R	BHM	SI	SI	SI
59. <i>Ponthieva schaffneri</i> (Rchb. f.) E. W. Greenw.	R	BC	--	--	--
60. <i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl.	T	BHM	NO	SI	NO
61. <i>Prosthechea cochleata</i> (L.) W.E. Higgins	R y E	BHM / SM	SI	SI	NO
62. <i>Prosthechea mariae</i> (Ames) W.E. Higgins	E	BHM	SI	SI	SI
63. <i>Prosthechea radiata</i> (Lindl.) W.E. Higgins	E	SM / CAF	SI	SI	NO
64. <i>Rhynchostele rossii</i> (Lindl.) Soto Arenas & Salazar	E	BHM/BCE	NO	SI	SI
65. <i>Sacoila lanceolata</i> (Aubl.) Garay	T	BHM	--	--	--
66. <i>Sarcoglottis sceptrodes</i> (Rchb. f.) Schltr.	T	SM	NO	SI	SI
67. <i>Scaphyglottis fasciculata</i> Hook.	E	CAF	NO	SI	SI
68. <i>Schiedeella crenulata</i> (L. O. Williams) Espejo & López-Ferr.	T	BCE	--	--	--
69. <i>Spiranthes graminea</i> Lindl.	T	BCE	--	--	--

Especies	Forma de vida	Tipo de vegetación	Valor ornamental	Valor de colección	Valor científico
70. <i>Stanhopea tigrina Bateman</i> Lindl.	E y R	BCE/BHM/SM	SI	SI	SI
71. <i>Stelis platystylis</i> (Schltr.) Solano & Soto Arenas	E	BHM	--	--	--
72. <i>Trichocentrum candidum</i> Lindl.	E	BHM	--	--	--
73. <i>Trichocentrum luridum</i> (Lindl.) M. W. Chase & N. H. Williams.	E	SM	SI	SI	NO
74. <i>Triphora trianthophora</i> (Sw.) Rydb.	T	BCE	--	--	--

Forma de vida: Terrestre (T), Epífita (E), Rupícola (R). Tipo de Vegetación: bosque húmedo de montaña (BHM), bosque de coníferas (BC), bosque de pino-encino (BPE), selva mediana (SM) y cafetal (CAF). (--) No se incluyó en la encuesta porque en el momento de su realización aún no se habían recolectado; el resto corresponde a las 41 registradas en ambas UMA.

## IMPLEMENTACIÓN DE LA UMA

Las UMA no restringen la participación de grupos comunitarios y privados; sin embargo, para realizar el registro de UMA Intensivas se requiere de una serie de trámites que acotan la participación de los interesados. Esto favorece a aquellos con mejores condiciones económicas y técnicas para realizarlos; es decir, a los ejidatarios marginados les representa mayor grado de dificultad la realización de estos trámites.

El cuadro 3 muestra las principales características de los grupos de trabajo. Es aquí donde la situación socio-económica es una limitante en el caso del grupo comunitario: las desventajas de idioma, nivel de estudios, y grado de marginación con respecto al empresario privado representan una brecha difícil de eliminar.

En México, el aprovechamiento de orquídeas puede seguir tres rutas:

1. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se debe solicitar el registro de UMA ante la SEMARNAT, realizar el Plan de Manejo y obtener la legal procedencia, ya sea comprando las especies de una UMA existente o por medio de un estudio de poblaciones realizado por un técnico forestal. Posteriormente, se entregan informes anuales y se debe solicitar una tasa de aprovechamiento.
2. Especies silvestres fuera de la norma. Aunque no es necesario el registro de una UMA, se debe obtener la legal procedencia por medio de un Programa de Manejo Forestal Simplificado (PMFS) (RLGDFS, 2018); o, en su caso, comprarlas de UMA ya registradas. Esta última opción es inviable a nuestro juicio, ya que el ingreso de ese material genético podría poner en riesgo a las especies locales.
3. Especies exóticas. No existen restricciones por parte de la SEMARNAT hacia orquídeas exóticas o híbridas.



FIGURA 4. ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 CON LA CATEGORÍA DE AMENAZADAS. 1) *PROSTHECHEA MARIAE*; 2) *RHYNCHOSTELE ROSSII*; 3) *MORMODES MACULATA* VAR. *UNICOLOR*; 4) *CHYSIS BRACDESCENS*, 5) *STANHOPEA TIGRINA*.



1



2



3

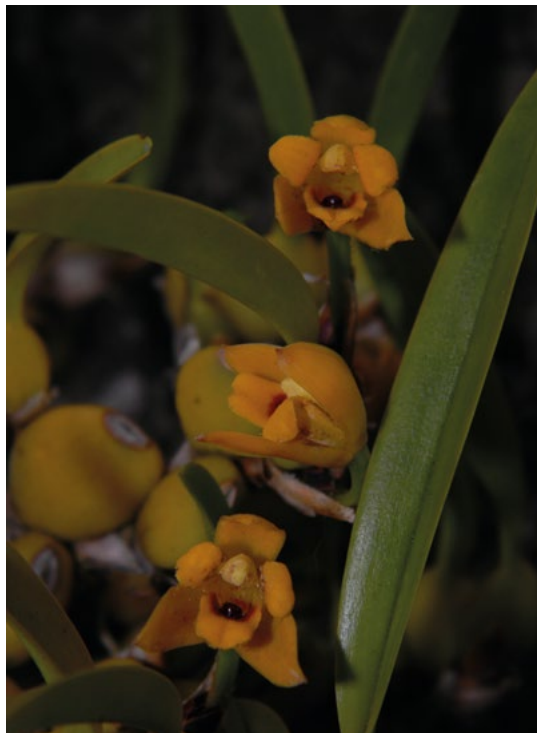


4



5

FIGURA 5A. ESPECIES QUE SON NUEVOS REGISTROS PARA SAN LUIS POTOSÍ. 1) *MAXILLARIA VARIABILIS*; 2) *GOODYERA EPIPHYTICA*; 3) *TRICHOCENTRUM CANDIDUM*; 4) *PLATANThERA BREVIFOLIA*; 5) *CRANICHIS CILIATA*.



1



3



4

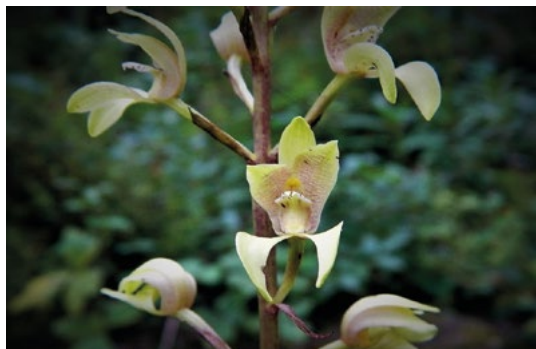


2

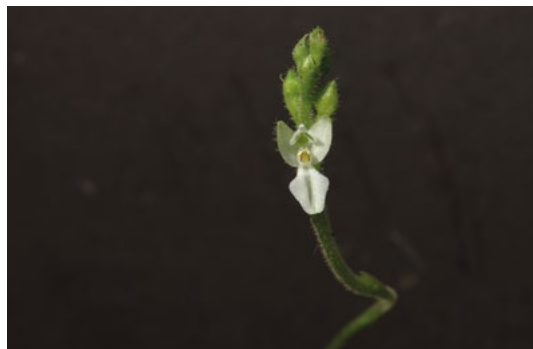


5

FIGURA 5B. ESPECIES QUE SON NUEVOS REGISTROS PARA SAN LUIS POTOSÍ. 6) *GOVENIA SUPERBA*; 7) *HOMALOPETALUM PUMILUM*; 8); *PONTHIEVA RINCONII*; 9) *MORMODES MACULATA* VAR. *UNICOLOR*.



6



8



7



9

Los PMFS solo pueden ser elaborados por técnicos con Registro Forestal Nacional y su costo es superior a \$100,000, cantidad que resulta excesiva para las comunidades de escasos recursos (figura 6). No obstante, en los casos aquí estudiados, la SEMARNAT otorgó el registro SEMARNAT-UMA-INT-0147-SLP para la UMA Tepexúchitl en un predio ejidal de la comunidad de Rancho Nuevo (RN) y para la UMA Yeyetzi en un terreno privado de Cuartillo Viejo (CV), con el folio SEMARNAT-UMA-INT-0146-SLP. Ambos

registros se condicionaron a la obtención de la legal procedencia de los ejemplares, ya fuera por permiso de material parental o por compra en UMA ya establecidas.

Aunque las UMA han ido en aumento en México, su éxito es cuestionado en cuanto a la conservación de especies y la diversificación socioeconómica del sector rural (Menchaca *et al.*, 2003; Robles, 2009). De hecho, la sustentabilidad de las UMA aún no ha generado el círculo virtuoso esperado. Entonces ocurre la contradicción de que,

CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS PARTICIPANTES

Componente	Comunitario	Privado
Edad	51 años en promedio	54 años
Nivel de estudios	Primaria a secundaria	Universitario
Nivel de participación	Se realizan asambleas para tomar decisiones y la mayoría requiere de un líder que los impulse	No requiere de otras personas
Idioma	53% habla náhuatl y español	Español
Capacidad de inversión	Viven en una zona de marginación alta. El 100% de sus actividades productivas son de autoconsumo, a excepción de las ganancias que tienen por la venta de café molido y venta de algunos animales. Todos reciben algún apoyo de gobierno (Programa de Inclusión Social PROSPERA, Programa de Fomento a la Agricultura PROAGRO y 65 y más).	Cuenta con múltiples negocios que le permiten invertir en proyectos nuevos.
Actitud de negocio	Menos de la mitad ha realizado actividades comerciales o de gestión.	Amplia experiencia en el negocio del café y la hotelería.

por un lado, existe una excesiva supervisión hacia las personas que intentan registrarse legalmente; pero, a la vez, se ejerce nula vigilancia hacia recolectores ilegales (Hágsater *et al.*, 2005).

Un aprovechamiento sustentable de orquídeas, demanda tiempo y dinero. Un punto de partida equívoco es suponer que todos cuentan con las mismas facilidades para llevar a cabo tales trámites. Al igual que en otros campos –como el de la certificación orgánica participativa (Bara *et al.*, 2018)– es necesario buscar modelos adecuados en los que, sin perder de vista el objetivo central, se demanden requisitos y acciones que una comunidad marginada pueda atender con facilidad.

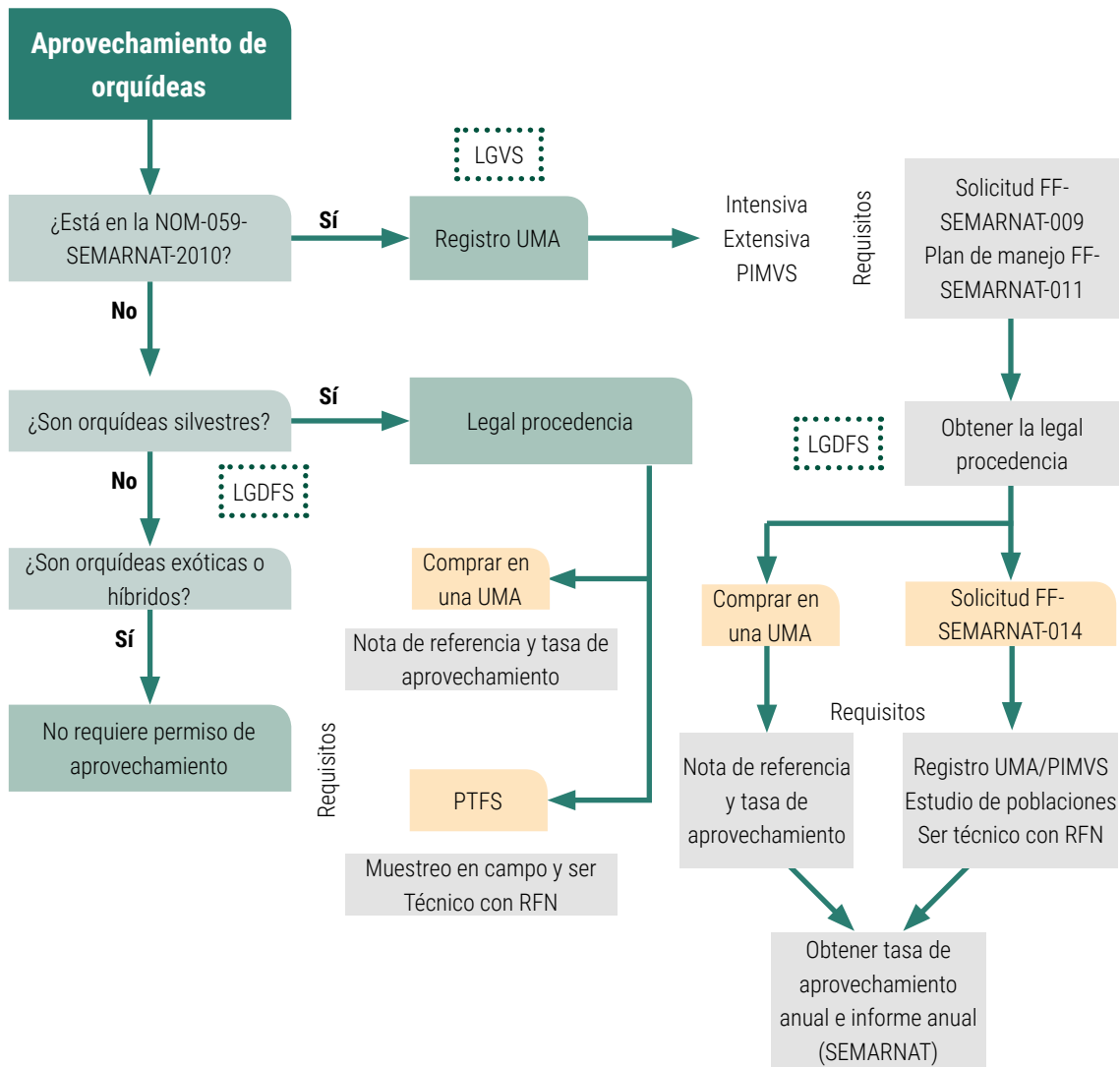
Si bien la condición socioeconómica es un factor que podría limitar la participación de la gente para el aprovechamiento de sus recursos, la conservación requiere generar una conciencia colectiva que involucre a todos los actores de la cadena de aprovechamiento de orquídeas. De esta manera se podría contar con una alternativa rentable para quienes tienen en sus manos la conservación de ecosistemas y sus especies (Damon, 2012; Téllez y Hernández, 2012; Chávez *et al.*, 2012; Aguirre, 2012).

### Conclusiones

La falta de integración entre los diversos actores –instituciones gubernamentales, instituciones académicas, asociaciones



FIGURA 6. REQUERIMIENTOS LEGALES PARA EL APROVECHAMIENTO DE ORQUÍDEAS



\*UMA = Unidad de Manejo de Vida Silvestre, LGVS = Ley General de Vida Silvestre, LGDFS = Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Programa Técnico Forestal Simplificado (PTFS), PIMVS=Predios o instalaciones que manejan vida silvestre en forma confinada, RFN= Registro Forestal Nacional.

civiles y quienes viven en el mismo hábitat que las orquídeas— deviene en la ausencia de una estrategia clara para fomentar la conservación de especies de orquídeas silvestres, por medio del aprovechamiento sustentable.

La riqueza de orquídeas en la RPC Xilitla es alta, ya que representa el 39.5% de la orquideoflora del estado; pero las especies están propensas a la extracción y a la degradación de su hábitat. Lo que las coloca en una situación de alta vulnerabilidad ante la falta de estrategias claras, viables y diferenciadas para incentivar la inclusión de las comunidades marginadas en programas de aprovechamiento legal.

## Referencias

- Aguirre L., E. (2012), "Conservación de orquídeas en México: situación actual, problemas y perspectivas". En: Téllez Velasco, M. A. A. (comp.), *Conservación de orquídeas en México*, México: Instituto de Biología de la UNAM, 238-242.
- Alfaro M., C. C, T. L. Ramírez; J. Fortanelli, H.A. Castillo G.; G.A. Salazar; J.A. De Nova; P. Castillo (2017), *Orquídeas de Xilitla, S. L. P.*, San Luis Potosí: UASLP. 125 p.
- Bara, C. R., R. Jarquín, H. Reyes y J. Fortanelli (2018), "Adaptation of a participatory organic certification system to the organic products law in six local markets in Mexico". En: *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42 (1), 48-76.
- Burns, D., F. Heywood, M. Taylor, P. Wilde y M. Wilson (2004), *Making community participation meaningful: A handbook for development and assessment*, Gran Bretaña: The Policy Press.
- Carmona, A. (2012), "Panorama actual sobre la protección y tráfico ilegal de orquídeas en México". En: Téllez Velasco, M. A. A. (comp.), *Conservación de orquídeas en México*, México: Instituto de Biología de la UNAM, 262-267.
- Chávez, V. M., O. González Caballero, A. Martínez, P. Ortega, M. Mata, M. Peña, V. Corona y A. Rubluo (2012), "Conservación *in vitro* de plantas mexicanas en peligro de extinción". En: Téllez Velasco, M. A. A. (comp.), *Conservación de orquídeas en México*, México: Instituto de Biología de la UNAM, 104-116.
- COCIHP (2014), *Diagnóstico comunitario del ejido Coronel José Castillo, del municipio de Xilitla, San Luis Potosí*, Xilitla, San Luis Potosí: Organizaciones campesinas e indígena de la Huasteca Potosina / COCIHP.
- CONABIO (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*, México: CONABIO.
- Damon, A. y R. Solano (2012), "Orquidearios comunitarios en el Soconusco, Chiapas: retos, avances y realidades". En: Téllez Velasco, M. A. A. (comp.), *Conservación de orquídeas en México*, México: Instituto de Biología de la UNAM, 72-78.
- Dressler, R. L. (1981), *The orchids. Natural history and classification*, Cambridge: Harvard University.

- Eccardi, F. y R. Becerra (2003), "Las orquídeas en las CITES. Entrevista a Erik Hágsater". En: *Biodiversitas*, 49, 12-15.
- Gallina-Tessaro, S. A., A. Hernández y C. A. Delfín (2009), "Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento". En: *Investigación Ambiental*, 1 (2), 143-152.
- Geilfus, F. (1997), *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Hágsater, E., M. A. Soto, G. A. Salazar, R. Jiménez, M. A. López y R. L. Dressle (2005), *Las orquídeas de México*, México: Instituto Chinoin.
- Knapp, G. y P. Herlihy (2003), "Maps of, by, and for the peoples of Latin America". En: *Human Organization*, 62 (4), 303-314.
- Lot, A. y F. Chiang (1986), *Manual de herbario*, México: UNAM / Departamento de Botánica / Instituto de Biología.
- Menchaca García, R. A., M. A. Lozano Rodríguez y L. Sánchez Morales (2003), "Estrategias para el aprovechamiento sustentable de las orquídeas de México". En: *Revista Mexicana de Ciencias*, 3 (13), 9-16.
- Parra, M. R., P. Balvanera, P. P. Ramos, E. Fernández y C. Romero (2015), *Manual para la participación comunitaria con los enfoques de medios de vida sustentables y servicios ecosistémicos en la Mixteca oaxaqueña*, Oaxaca: ECOSUR.
- Robles de B., R. (2009), *Las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre y el corredor biológico mesoamericano*, México: Serie Acciones.
- Salazar, G. A. (2009), "Orquídeas". En: *Biodiversidad del Pedregal de San Ángel*, México: UNAM / Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, 153-169.
- SEMARNAT (2010), "Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo". En: *Diario Oficial de la Federación*.
- SEMARNAT (2017), *Registro de unidades para el manejo de la conservación de la vida silvestre*, México: UMA. Disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/registros-de-unidades-de-manejo-para-la-conservacion-de-la-vida-silvestre-uma>. Consultado el 8 de julio de 2019.
- Téllez Velasco, M. A. y C. C. Hernández Zacarías (2012), "Análisis estructural de la venta ilegal de especies silvestres de orquídeas en la ciudad de México". En: Téllez Velasco M. A. A. (comp.), *Conservación de orquídeas en México*, México: Instituto de Biología de la UNAM, 275-283.
- Vargas Hernández, J. y H. G. Gámez Vázquez (2014), *Producción de vainilla en tres sistemas de producción en la sierra Huasteca Potosina*, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.





# Participación comunitaria para la conservación del bosque húmedo de montaña

SANDRA ALEJANDRA MONTOYA GANDARILLAS

Acciones de Conservación

Actividad	Año	Resultado
VIGILANCIA Por taladores (Jmas)	2005 2006	Dejaron de TALAR Y SE RESERVARON EL BOSQUE MAS GRANDE DEL BOSQUE
Primer Seguimiento a comunidades locales de	2005	Se extendió la Plaza de artesanías, talleres y actividades 80
Primer Boticario (Corte de RUCO)	2003	Proyecto de incendios
Vigilancia del área de arroyos de 30 hectáreas	2008	SE ARROJA LA TALA CORTADA
REFORESTACION con especies nativas Proyecto de La Sierra Grande	2003 2005	bosques nuevos
Terrazas en arroyos	2005 2008	prevención de deslizamientos
Programa de Corredores Ambientales	2008 2008	se evita el ganado del bosque
Birch (artefacto) por la CDUJAM	2012	Destino del Bosque y Prevención de incendio
Sanamiento (Piso del Pao)	2013	aprovechamiento de Madera y Sanidad del Bosque
Proyecto de...	2014	Combate y Control Tala



En la actualidad se reconoce la importancia de la participación de los actores locales en la toma de decisiones sobre la ejecución de programas y proyectos para el cuidado manejo de los recursos naturales. En este trabajo se analiza el efecto de las acciones implementadas para la conservación del bosque y para el manejo de predios; asimismo, se define un plan de acciones para su conservación. El trabajo se basó en la aplicación de metodologías participativas en el ejido Coronel José Castillo. Entre las principales acciones emprendidas por los habitantes para la conservación del bosque destacan: la vigilancia del bosque a partir de 1990, la exclusión del ganado y la reforestación. Se considera que los pagos por servicios ambientales de la CONAFOR han permitido consolidar las acciones implementadas.

## Introducción

Uno de los ecosistemas más valiosos en la RPC Xilitla es el bosque húmedo de montaña (BHM), que permite la convivencia de especies vegetales pertenecientes a zonas tropicales, junto con especies típicas de climas templados. Estos bosques albergan especies paleoendémicas que los convierten en uno de los sitios más biodiversos, en relación con el área que ocupan (Challenger, 1998). Aunque este ecosistema se distribuye sólo en el 0.87% del territorio nacional, alberga unas 6,800 especies de plantas que representan entre el 10 y el 12% de todas las especies estimadas para México (Williams, 2007; Puig, 2005).

Uno de los relictos de BHM de mayor prioridad para su conservación se localiza en el ejido Coronel José Castillo, Xilitla, el cual perdió entre 1973 y 2007 más de 750 hectáreas (Leija, *et al.*, 2011). El ejido delimitó lugares para la explotación de madera de forma controlada, para evitar que las zonas de recuperación y el área de reserva fueran afectadas. Debido a este tipo de procesos, los datos sobre la extensión del bosque no

han sido actualizados ni se ha estudiado el efecto de dichas acciones y su eventual recuperación; así como la apropiación local del proyecto. Por ello, es importante documentar las acciones históricas de conservación y manejo, analizar los cambios en la cobertura del bosque, evaluar el efecto de las acciones locales de conservación y proponer acciones para su manejo y restauración.

## Materiales y métodos

El análisis de la dinámica espacio-temporal del BHM del ejido Coronel José Castillo se basó en la elaboración de mapas de la cubierta vegetal y de los usos de la tierra de los años 1995, 2007, 2014, generados a partir de la interpretación y clasificación de imágenes de satélite *SPOT* y ortofotos digitales.

Para la clasificación de las imágenes se utilizaron los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ENVI 4.8 y ArcMap 10.1. Para determinar la respuesta espectral de los elementos presentes en las imágenes de satélite, se realizó la delimitación de puntos de control correspondientes a los diferentes

tipos de cubierta vegetal y usos de la tierra como son: bosque húmedo de montaña, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque de oyamel, agricultura de temporal, pastizales, cuerpos de agua, asentamientos humanos y áreas reforestadas.

Una vez generada la clasificación de la imagen de la fecha más reciente, se analizó su correspondencia mediante una sobreposición con la respectiva imagen satelital. Los polígonos que generaron dudas sobre su correcta clasificación o que no correspondían con la realidad fueron verificados directamente en campo y georeferenciados con un GPS, obteniéndose 300 puntos de verificación.

Con el fin de disminuir los errores en la categorización y etiquetado de los polígonos, se utilizó el método propuesto por Mas (2005), el cual permite evaluar cambios en los usos de la tierra y disminuir los errores derivados de los falsos cambios en la sistematización de los mapas (clasificación, etiquetado y delimitación de polígonos). El método consistió en sobreponer la capa digital de los polígonos de la cubierta vegetal y los usos de la tierra de la fecha más actual, sobre imágenes satelitales o fotografías aéreas más antiguas (en este caso *SPOT* de 2014 sobre la imagen de 2007 y posteriormente de 1995).

Para obtener las superficies de cambio se procedió a sobreponer los mapas de cubierta vegetal y el uso de suelo: primero 1995 sobre 2007, después 2007 sobre 2014. Las áreas que aumentaron o disminuyeron

en su cobertura fueron identificadas y cartografiadas posteriormente. Los datos de los cambios obtenidos fueron exportados a Excel, donde se graficaron los resultados.

El uso de metodologías participativas permitió conocer las razones por las cuales algunos ejidatarios decidieron modificar el entorno o conservar el bosque (Herlihy y Knapp, 2003). Dichas metodologías se basaron talleres participativos donde los habitantes realizaron dinámicas de grupo, líneas del tiempo, dibujos y mapas (Reyes *et al.*, 2013). En cada taller se organizaron grupos de trabajo de acuerdo con la experiencia de cada participante en cuanto a los temas tratados.

A partir de los mapas elaborados, los asistentes al taller identificaron los sitios reforestados, las áreas propuestas para pago por servicios ambientales y los sitios prioritarios para su restauración. Asimismo, elaboraron líneas del tiempo y un esquema de las acciones implementadas. La intención fue que los participantes discutieran e identificaran el efecto de las acciones (positivas y negativas), al tiempo que reconocieran las áreas de oportunidad.

Una vez que los participantes lograron identificar, reconocer (espacial y temporalmente) y discutir el efecto de las acciones de conservación implementadas, analizaron el manejo de sus recursos naturales con las nuevas alternativas en torno a la conservación del bosque, así como a las principales amenazas de este espacio natural. Finalmente, se diseñó

un plan de acción con medidas específicas para la conservación del bosque; particularmente en los sitios identificados, definidos y priorizados por sus habitantes.

## Resultados

### EFFECTO DE LAS ACCIONES DE CONSERVACIÓN

En 1990 los habitantes del ejido Coronel José Castillo iniciaron un programa de vigilancia en el ejido, que consta de tres rutas diseñadas para recorrer toda su zona boscosa hasta los límites del ejido. Para la vigilancia se han organizado grupos de diez personas, que realizaron una serie de rutas rotativas mes con mes, por localidad. En el año 2002 se impulsó el reordenamiento de las actividades económicas; así, la agricultura y la explotación forestal fueron trasladadas a zonas no consideradas como de uso común.

Los incentivos para la protección del bosque —derivados del pago por servicios ambientales (PSA), implementado por la CONAFOR a partir de 2003, así como de las actividades de reforestación con diferentes especies de pino (*Pinus greggii* Engelm. ex Parl. *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham.) y cedro blanco (*Cupressus lusitánica*)— han sido fundamentales para su recuperación; sin embargo, aún no se ha evaluado la contribución de este programa para detener el cambio de uso de suelo.

Entre las limitantes de este programa destaca la inviabilidad de los criterios

de selección de las parcelas: se trata de contratos cortos, que difícilmente generan capacidades hacia mejores prácticas de manejo y conservación a largo plazo (Muñoz-Piña *et al.* 2008; Urquiza-Haas 2009). En años recientes, se sumaron algunas iniciativas de conservación (maíz criollo, brechas corta-fuego, capacitación, etc.) —impulsadas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), a través del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES)— que buscan fortalecer estas acciones (cuadro 1, figura 1).

Los bosques del ejido Coronel José Castillo presentan un claro proceso de recuperación. Destaca particularmente el bosque con predominio de *Liquidambar styraciflua* (copalillo, sahumero) el cual aumentó su superficie en 69%; es decir, pasó de tener 77 hectáreas en 1995 a 255 hectáreas en 2014. Una situación similar ocurre en las áreas reforestadas, las cuales aumentaron de 72 hectáreas a 233 hectáreas en el mismo periodo.

El bosque de pino (*Pinus greggii*) también tuvo un incremento en su superficie, al pasar de 319 a 331 hectáreas en los últimos 19 años. Esto sugiere que las acciones de saneamiento, recuperación y manejo en el bosque han tenido un efecto positivo; a pesar de la presencia de las plagas —como el descortezador (*Dendroctonus frontalis*)— que han afectado severamente a esta especie en los ejidos aledaños.



FIGURA 1. LOS PARTICIPANTES DE LA LOCALIDAD LA SILLETA, EXPLICAN LA LÍNEA CRONOLÓGICA DE LAS ACCIONES DE CONSERVACIÓN IMPLEMENTADAS



CUADRO 1. ACCIONES IMPLEMENTADAS DE CONSERVACIÓN

Actividad/suceso	Año	Resultado
Inicia la vigilancia en el ejido	1990	Disminuye la tala clandestina
Inicia la plaga con <i>Dendroctonus frontalis</i> (escarabajo descortezador) en los límites del ejido	2000	Disminuye drásticamente el pino en la zona de uso común
Primer brecha corta-fuego en el bosque en el límite del uso común que colinda con las parcelas	2001	Prevención de incendios
Se toma la decisión de sacar al ganado de la zona de uso común.	2002	Se definen las áreas de exclusión y conservación en el ejido.
Primer saneamiento del bosque. Reforestación con apoyo del Grupo Sierra Gorda, con el Programa Bosque Sustentable.	2003	18 ha reforestadas
Primer a etapa del pago por servicios ambientales		

Actividad/suceso	Año	Resultado
Segunda etapa del programa Bosque sustentable con apoyo del Grupo Ecológico Sierra Gorda.	2004	Conservación total del bosque
Segunda etapa del pago por servicios ambientales	2007	Recuperación de nuevas superficies en el bosque
Se presenta una helada en la RPC Xilitla	2008	Pérdida total de la siembra de café
Implementación de terrazas en arroyos	2009	Más retención de agua
Con apoyo de la CONANP mediante programas de subsidio (PROCOCODES) proyecto de reforestación	2013	Reforestación en parcelas
Tercera etapa de pago por servicios ambientales	2014	Brecha corta-fuego en la zona de uso común. Saneamiento del bosque
Reforzamiento de la vigilancia mediante la construcción de la torre de vigilancia con recursos de la CONAFOR	2015	Vigilancia más efectiva

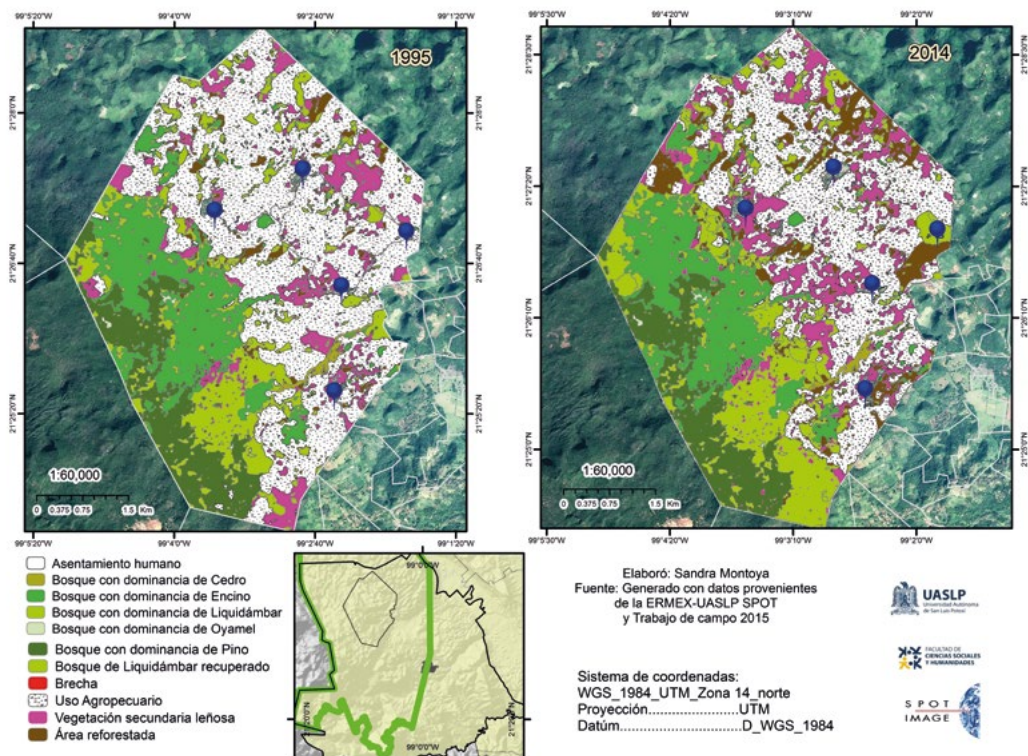
Los bosques dominados por cedro (*Cupressus* sp.) y oyamel (*Abies guatemalensis*) permanecieron sin cambios en su cobertura. El bosque con dominancia de encino (*Quercus* spp.) fue la única cobertura forestal que registró una disminución en su superficie, decreciendo de 470 a 463 hectáreas en los últimos 19 años (figura 2). Se ha documentado la recuperación de la cobertura vegetal por abandono de tierras agropecuarias (González-Iturbe *et al.*, 2002); aunque estos patrones difieren entre zonas geográficas. Al respecto, se ha afirmado que este proceso ocurre principalmente en fragmentos a lo largo de las sierras (Velázquez *et al.*, 2003).

Las razones que explican la recuperación y la conservación del bosque se enlistan a continuación:

1. Acuerdos de la Asamblea ejidal en torno a la prohibición de la apertura de nuevas áreas para el uso agropecuario en las tierras de uso común.
2. Labores de vigilancia para inhibir la tala clandestina.
3. Actividades de protección y saneamiento del bosque.
4. Reforestación de áreas degradadas y desprovistas de vegetación en los límites del área de uso común y zona parcelada.
5. Reforestación en parcelas individuales.
6. Exclusión de las actividades pecuarias en el bosque.
7. Favorecimiento del proceso de sucesión natural en áreas excluidas.
8. Incentivos económicos para mantener en buen estado el bosque.

Una vez que los participantes identificaron y reconocieron (espacial y temporalmente) el efecto de las acciones de conservación —desarrolladas a lo largo de los últimos 25 años—, procedieron a identificar los sitios recuperados, reforestados o en descanso que requieren ser restaurados; así como aquellos que podrían ser incorporados al PSA.

FIGURA 2. USO DE LA TIERRA Y CUBIERTA VEGETAL DEL EJIDO CORONEL JOSÉ CASTILLO EN 1995-2014

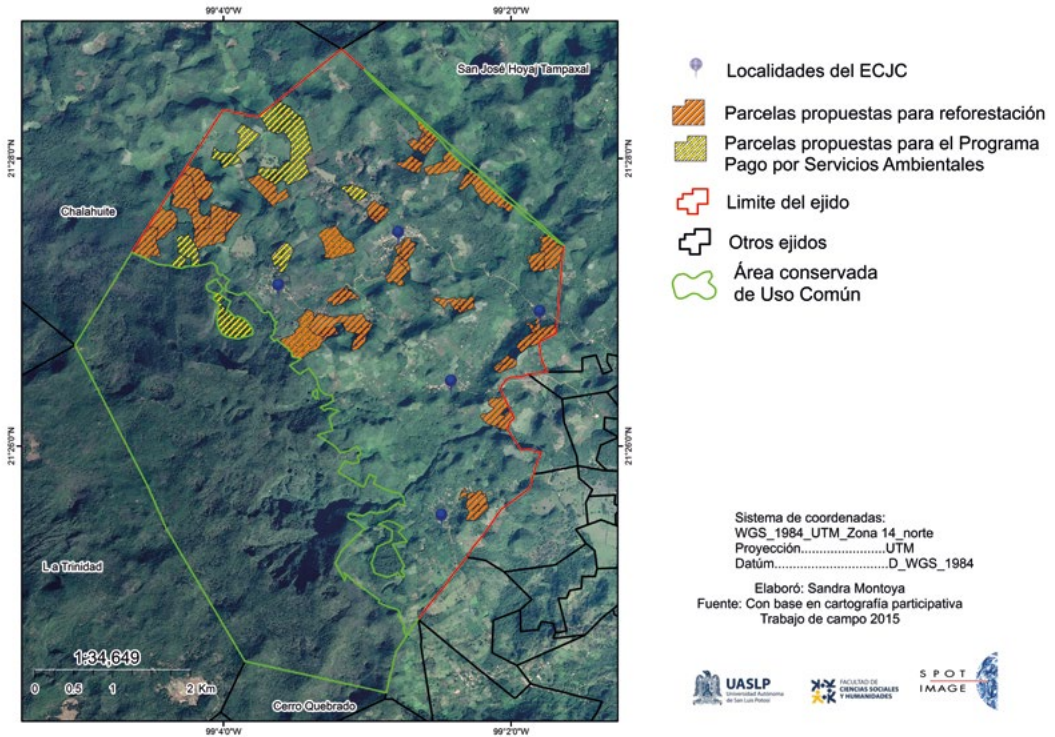


Posteriormente, los sitios fueron seleccionados y priorizados de manera consensuada para implementar diferentes acciones, con base en criterios definidos por los participantes. Derivado de lo anterior, se identificaron 57 sitios prioritarios para ser atendidos. Algunos de estos sitios fueron propuestos para ser incorporados al PSA, en virtud de que en la mayoría de los sitios elegidos ya se han llevado acciones de reforestación o ya se encuentran en descanso (figura 3).

La reforestación destaca como una de las actividades con mayor intervención por parte de los habitantes del ejido. Cerca del 50% de los entrevistados han reforestado entre 0.5 y 1.5 hectáreas y, en menor proporción, hasta 4 hectáreas. Los que han reforestado más de dos hectáreas explican que esta acción resulta pertinente porque los ejidos se encuentran más cerca de la porción boscosa de uso común; por lo que el relieve más accidentado impide su acceso para uso agropecuario.



FIGURA 3. SITIOS PRIORIZADOS PARA REFORESTACIÓN Y PARA ENTRAR EN EL PROGRAMA PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES



A pesar que la mayoría de los ejidatarios ha participado en esta actividad, el 60% manifestó no haber obtenido ningún beneficio tangible; esto, en comparación con los beneficios de trabajar sus tierras. El 20% obtiene madera para uso doméstico; el resto indica que era parte del programa de manejo del bosque, comprometido dentro de las acciones de los PSA.

Aunque los ejidatarios consideran la reforestación y la conservación como temas prioritarios, el tiempo requerido para

aprovechar los árboles es de hasta 40 años (cuando adquieren la dureza y tamaño). Por lo que consideran necesario ampliar la gama de especies utilizadas para este fin; en particular, especies de rápido crecimiento y de importancia comercial como pino (*Pinus greggii* Engelm. ex Parl., *Pinus patula* Schiede ex Schltl. & Cham), cedro blanco (*Cupressus lusitánica*) y palo escrito (*Dalbergia palo-escrito*).

Otra opción es el aprovechamiento del esquema de UMA (Unidades de Manejo



para la Conservación de la Vida Silvestre) con especies de ornato como las orquídeas, que llegan a tener precios altos en el mercado. Además de ser más redituable, su aprovechamiento demanda menor tiempo y esfuerzo. Se planteó la posibilidad de crear una UMA para especies vegetales apreciadas comercialmente —como las orquídeas y bromelias—, que se encuentran asociadas a sitios con alta humedad relativa; esta condición es frecuente en los bosques húmedos de montaña que predominan en el ejido.

El 68% de los ejidatarios afirmó que los beneficios por la conservación del bosque no son los mismos que los derivados del trabajo de esas tierras. La razón principal es el largo tiempo de espera para lograr los beneficios de este tipo de acciones. El 18% considera que, derivado de la conservación, es posible acceder a los apoyos por PSA. Sólo el 14% indica que los beneficios de la conservación y el desarrollo de actividades productivas son similares.

Sin embargo, el 100% de los encuestados consideran insuficientes los apoyos recibidos para la reforestación y/o recuperación del bosque; incluyendo el PSA. Aunque este programa busca fortalecer la conservación de los bosques —además del desarrollo económico de los habitantes—, restringe a los pobladores el uso de sus recursos. Al respecto, Pineda (2013) documenta la demanda de los ejidatarios: solicitan que, al depender económicamente de los bosques, ellos puedan ejercer un control sobre la tala,

aprovechamiento forrajero, extracción de recursos forestales y la generación de estos.

Lo anterior supone que, de no encontrar otros mecanismos de apoyo cuyos resultados se observen a corto plazo, la tendencia en el incremento de las superficies conservadas, recuperadas y reforestadas podría revertirse en el mediano plazo.

Aunque es escasa la intervención de las mujeres en la toma de decisiones dentro del ejido, aquellas que participaron en los talleres mostraron interés por formar parte de los grupos de trabajo para el cuidado del bosque; asimismo, solicitaron ser tomadas en cuenta para las actividades de vigilancia, acciones de prevención de incendios forestales y atención a visitantes. En este sentido, es tangible el interés de las mujeres por organizarse y consolidar grupos de trabajo productivos que incidan de manera directa e indirecta en la conservación del bosque (figura 4).

Para incentivar su participación y, al mismo tiempo, generar nuevos esquemas de conservación con enfoque de género, se conformaron tres grupos de mujeres en las localidades siguientes: Rancho Nuevo (22 participantes), La Silleta (6) y Las Joyas (15).

Los grupos elaboraron una serie de propuestas cuyos intereses se centran principalmente en talleres de capacitación para:

1. Mejoramiento de la alimentación de sus familias y diversificar la preparación de alimentos.

**FIGURA 4. PARTICIPACIÓN EN LOS TALLERES DEL GRUPO DE MUJERES DE LA LOCALIDAD RANCHO NUEVO**



2. Reproducción y comercialización de orquídeas.
3. Establecimiento de huertos familiares.
4. Capacitación para realizar actividades en el bosque (guías).
5. Reciclaje, manualidades y elaboración de artesanías.
6. Capacitación en materia de atención al turista.

También se organizaron otros grupos responsables de gestionar la capacitación. El comité de turismo pidió que se les capacitara en cuestión legal de turismo, así como en los cobros y precios por los servicios que ofrecen a los visitantes. Al respecto, se propuso llevar a cabo el inventario de recursos turísticos como primera actividad que se realizaría con apoyo del H. Ayuntamiento de Xilitla.

Las prioridades en cuanto a estrategias de preservación deben promover y fortalecer otras iniciativas, que también pueden tener un impacto positivo en la conservación: tales como las áreas destinadas voluntariamente a la conservación, el manejo forestal comunitario, la certificación de bosques, la gestión forestal basada en la estructura del paisaje, la restauración (activa/pasiva) y el manejo sustentable con mejores prácticas productivas fuera de las áreas de protección (Mendoza *et al.*, 2005; Chazdon *et al.* 2008; Koleff y Urquiza, 2011).

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que en el ejido Coronel José Castillo existe un claro proceso de recuperación de las coberturas boscosas, a diferencia de lo reportado por otros autores. Las acciones de conservación iniciadas hace 25 años en el ejido muestran efectos positivos en la recuperación de los bosques; principalmente en el bosque con predominio de *Liquidambar*, el cual tuvo una recuperación de 178 hectáreas. Además de las áreas reforestadas con que aumentaron a 161 hectáreas en el periodo de 1995 y 2014.

Entre las principales acciones emprendidas por los ejidatarios destacan la vigilancia, la exclusión del ganado, el saneamiento del bosque y la reforestación. Un aspecto importante en este estudio es la delimitación de zonas prioritarias para la conservación y para el aprovechamiento.

En este sentido, se sugiere la conformación de nuevos grupos de trabajo, que incluya a las mujeres en un sector con escasa participación, pero con iniciativa para realizar y apoyar las actividades de conservación y vigilancia en el ejido.

## Referencias

- Challenger, A. (1998), *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*, México: CONABIO / Instituto de Biología de la UNAM / Agrupación Sierra Madre.
- Chazdon, R. L. (2008), "Beyond deforestation: Restoring degraded lands". En: *Science*, 320, 1458-1460.
- CONANP (2013) "Mapa de áreas naturales protegidas" [en línea]. México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas / Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: [http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/imgmapoteca/map\\_grales/mapa\\_actualizado\\_anps.pdf\\_2010](http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/imgmapoteca/map_grales/mapa_actualizado_anps.pdf_2010)
- ERMEX (2013), Estación de Recepción México de la constelación SPOT, acervo de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Los productos que se generaron fueron con datos provenientes de la ERMEX-UASLP.
- González-Iturbe, J.A., I. Olmsted y F. Tun-Dzul (2002), "Tropical dry forest recovery after long term Henequen (sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern Yucatan, Mexico". En: *Forest Ecology and Management*, 167, 67-82.

- Herlihy, P. H. y G. Knapp (2003), "Maps of, by and for the peoples of Latin America". En: *Human Organization*, 62, 303-314.
- Herlihy, P. H., J. E. Dobson, M. Aguilar-Robledo, D. A. Smith, J. H. Kelly y A. Ramos Viera (2008), "A Digital Geography of indigenous Mexico: Prototype for the American Geographical Society's Bowman Expeditions". En: *Geographical Review*, 98 (3), 395-415.
- INEGI (2002), Síntesis de información geográfica del estado de San Luis Potosí [anexo cartográfico], Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Leija-Loredo, E. G., H. Reyes-Hernández, J. Fortanelli-Martínez y G. Palacio-Aponte (2011), "Situación actual del bosque de niebla en el estado de San Luis Potosí". En: *Investigación y Ciencia*, 53, 3-11.
- Mas, J. F. (2005), *Change Estimates by Map Comparison: A Method to Reduce Erroneous Changes Due to Positional Error*, México: Instituto de Geografía / Unidad Foránea Morelia / Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mendoza, M. A., J. J. Fajardo y J. Zepeta (2005), "Landscape based forest management, a real world case study from Mexico". En: *Forest Ecology and Management*, 209, 19-26.
- Reyes, H., N. Montoya, J. Fortanelli, M. Aguilar-Robledo y J. García (2013), "Metodologías participativas aplicadas al análisis de la deforestación del bosque de niebla en San Luis Potosí, México". En: *Bios et forets des tropiques*, 318 (4), 27-39.
- Selener, D. (1997), *Participatory action research and social change*, Nueva York: Cornell University Participatory Action Research Network.
- Urquiza-Haas, T., C. Cantú, P. Koleff y W. Tobón (2011), "Caracterización de las ecorregiones terrestres: diversidad biológica, amenazas y conservación". En: Koleff, P. y T. Urquiza-Hass (coords.), *Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso*, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 21-57.
- Muñoz-Piña, C., A. Guevara, J. M. Torres y J. Braña (2008), "Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results". En: *Ecological Economics*, 65, 725-736.
- Urquiza-Haas, E. (2009), "Análisis de las capacidades nacionales para la conservación in situ en México". En: Pisanty, I. (coord.), *Capacidades de conservación y el uso sustentable de recursos*, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 51-94.
- Velázquez, A., E. Durán, I. Ramírez, J. F. Mas, G. Bocco, G. Ramírez y J. L. Palacio (2003), "Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, México". En: *Global Environmental Change*, 13, 175-184.
- Williams L. G. (2007). *El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático*, Xalapa: CONABIO / Instituto de Ecología.



# Retos en la implementación de la Norma Mexicana del Carbono en el Ejido Ollita del Pino

CAROLINA ORTA SALAZAR

HUMBERTO REYES HERNÁNDEZ

JUAN ANTONIO REYES AGÜERO

CARLOS ARTURO AGUIRRE SALADO

La Norma Mexicana NMX-AA-173-SCFI-2015 para el registro de proyectos forestales de carbono y la certificación del incremento en el acervo de carbono pretenden impulsar iniciativas de preservación en materia ambiental. En este trabajo se analiza su implementación en el ejido Ollita del Pino, Xilitla, el cual tiene una superficie elegible de 83 hectáreas y una estimación de potencial de captura de carbono de 10,061 TCO<sub>2</sub>, calculada a largo plazo (≥ 20 años). En dicha comunidad se planteó la propuesta para diseñar un proyecto forestal de captura de carbono, a través de la restauración con especies nativas del bosque húmedo de montaña. La iniciativa no despertó el interés en los ejidatarios, principalmente por la incertidumbre de convertir el actual uso de suelo de sus parcelas en áreas nuevamente forestales y así sacrificar la seguridad alimentaria. Además de la falta de información y difusión que aún se tiene de este tipo de proyectos, su mercado y comercialización.

## Introducción

La RPC Xilitla ha perdido más del 70% (19 024 hectáreas) de su superficie boscosa original; para el 2016 se estimaba que el área ocupada por los bosques (encino, oyamel, pino y húmedo de montaña) y selvas era de 7 991 hectáreas y 2 870 hectáreas, respectivamente (Reyes *et al.*, 2016). En México, estos tipos de vegetación son los que tienen mayor cantidad de biomasa y, por ende, mayor potencial para la captura de carbono (De Jong *et al.*, 2010).

Los Proyectos Forestales de Carbono (PFC) son un grupo de actividades diseñadas para disminuir la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) de la atmósfera, por medio del incremento de los reservorios de carbono forestal (DOF, 2015). En México estas iniciativas han cobrado relevancia gracias a las políticas públicas nacionales e internacionales que impulsan un sistema de comercio de emisiones de carbono, a través de la implementación del impuesto sobre los combustibles fósiles y la proyección de mercado de carbono. A finales del 2017, entró en vigor el reglamento para el uso de

certificados y Créditos de Reducción de Emisiones (CRE), que permitió el inicio del cumplimiento de estas normativas (DOF, 2017; World Bank y Ecofys, 2018).

En 2015 se decretó la Norma Mexicana para el registro de proyectos forestales de carbono y la certificación del incremento en el acervo de carbono NMX-AA-173-SCFI-2015. Ambas pretenden facilitar la incursión de propietarios bajo cualquier régimen de propiedad en este tipo de proyectos para implementarlos. Pero, a cuatro años de su publicación, aún no hay proyectos registrados bajo esta Norma. Algunas hipótesis señalan: la falta de metodologías propias para su implementación, la escasa oferta de prestadores profesionales especializados y los altos costos para diagnosticar las áreas potenciales para su implementación. A esta complejidad se le suma el establecimiento de salvaguardas sociales y ambientales que deben cumplirse.

Las salvaguardas sociales deben garantizar la atención, la participación y



la mejora de las condiciones de grupos específicos vulnerables. Siempre respetando sus procesos internos de gobernanza, usos y costumbres; así como los derechos de los propietarios de tierras.

La primera salvaguarda social por cumplir es el consentimiento previo, libre e informado (CPLI). Bajo este principio, un pequeño propietario o una comunidad tiene derecho a otorgar o no su consentimiento a proyectos propuestos que podrían afectar a la tierra que poseen, ocupan o utilizan de alguna otra manera. Se procura que la decisión sea tomada una vez que los propietarios hayan adquirido una comprensión plena y exacta de las consecuencias del proyecto (DOF, 2015; Plan Vivo, 2016).

En esta región se han identificado varios ejidos elegibles para implementar la NMX-AA-173.SCFI-2015, que cumplen con los criterios: a) continuidad en la condición de área no forestal en los últimos cinco años al momento de la propuesta; b) legal acreditación de la propiedad del predio.

El objetivo de este estudio es documentar la experiencia del proceso de implementación de esta Norma mexicana, con el uso de metodologías participativas como lo señalan los criterios y principios enunciados en la Norma. Además de identificar y proponer una ruta crítica, con la intención de facilitar el proceso y promover el uso de la técnica de Valoración Rural Participativa (VRP) diseñada para ejecutarse con actividades forestales comunitarias (Jackson e Inglés, 2004).

## Materiales y métodos

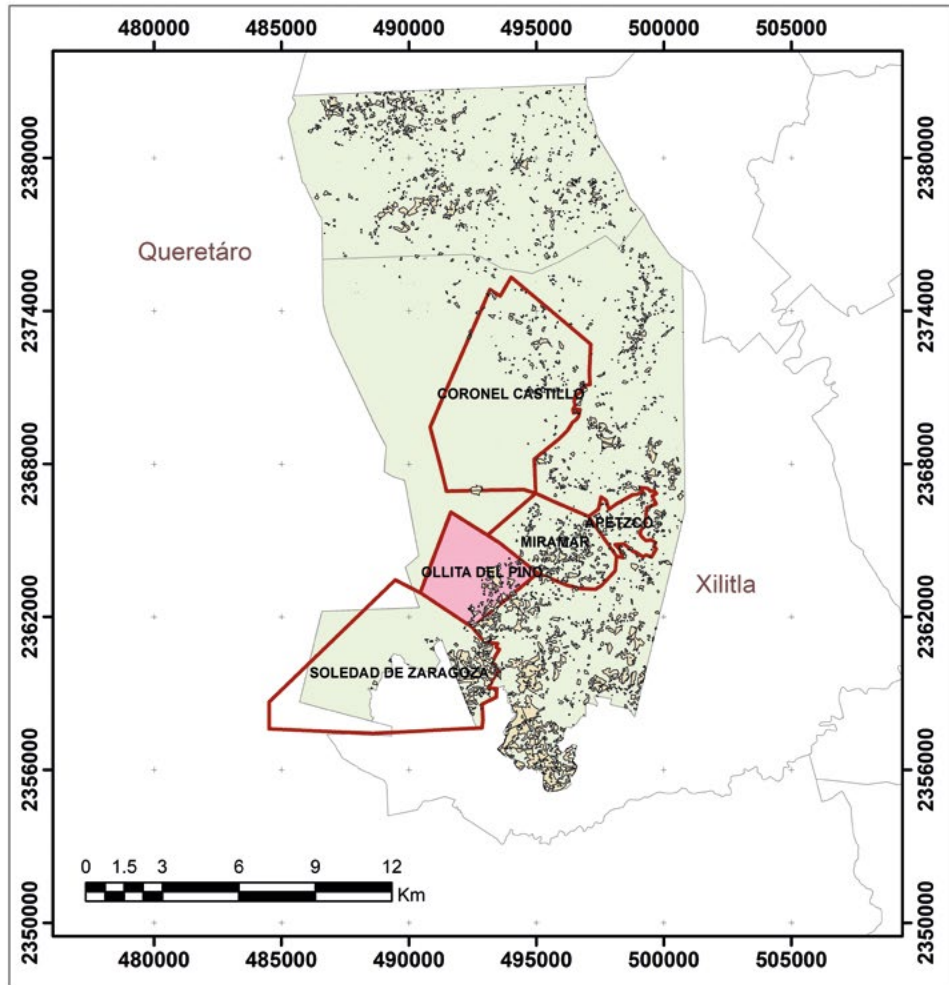
Mediante la interpretación y análisis de imágenes de satélite (Landsat 5 y 8 AOL), de abril del 2011 al 2017 se identificaron 504.53 hectáreas dentro de la RPC Xilitla; mismas que cumplen con los criterios de elegibilidad establecidos en la Norma (Orta *et al.*, [en prensa]). Los ejidos que agrupan la mayor superficie con condiciones de elegibilidad son: Soledad de Zaragoza (163 hectáreas), Miramar (124 hectáreas), Ollita del Pino (84 hectáreas), Coronel José Castillo (66 hectáreas) y Apetzco (24 hectáreas) (figura 1).

La selección del ejido para llevar a cabo la implementación se basó en cuatro aspectos: a) antecedentes de participación en el programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), b) participación local y condiciones de gobernanza, c) cantidad de superficie elegible y d) experiencia y conocimiento previo (cuadro 1).

A partir de la bibliografía consultada sobre otros estándares para la certificación de PFC, se elaboró una ruta crítica para ejecutar el proceso de implementación de la Norma y cumplir con todas las salvaguardas establecidas (figura 2).

El proceso de implementación comenzó con la obtención del CPLI de la población, mediante la puesta en marcha de varios talleres participativos para informar a los ejidatarios conceptos y definiciones clave acerca de los PFC; incluyendo las oportunidades, beneficios económicos, ambientales, riesgos del proyecto, así como

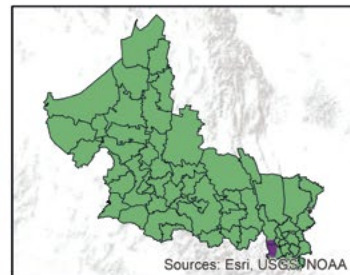
FIGURA 1. EJIDOS ELEGIBLES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NMX-AA-173.SCFI-2015



**Simbología**

- Areas elegibles NMX
- Limite de la RPCX
- Ejidos elegibles**
- Apetzco
- Coronel Castillo
- Miramar
- Ollita del pino
- Soledad de Zaragoza
- Municipios de SLP

ESCALA: 1:200,000

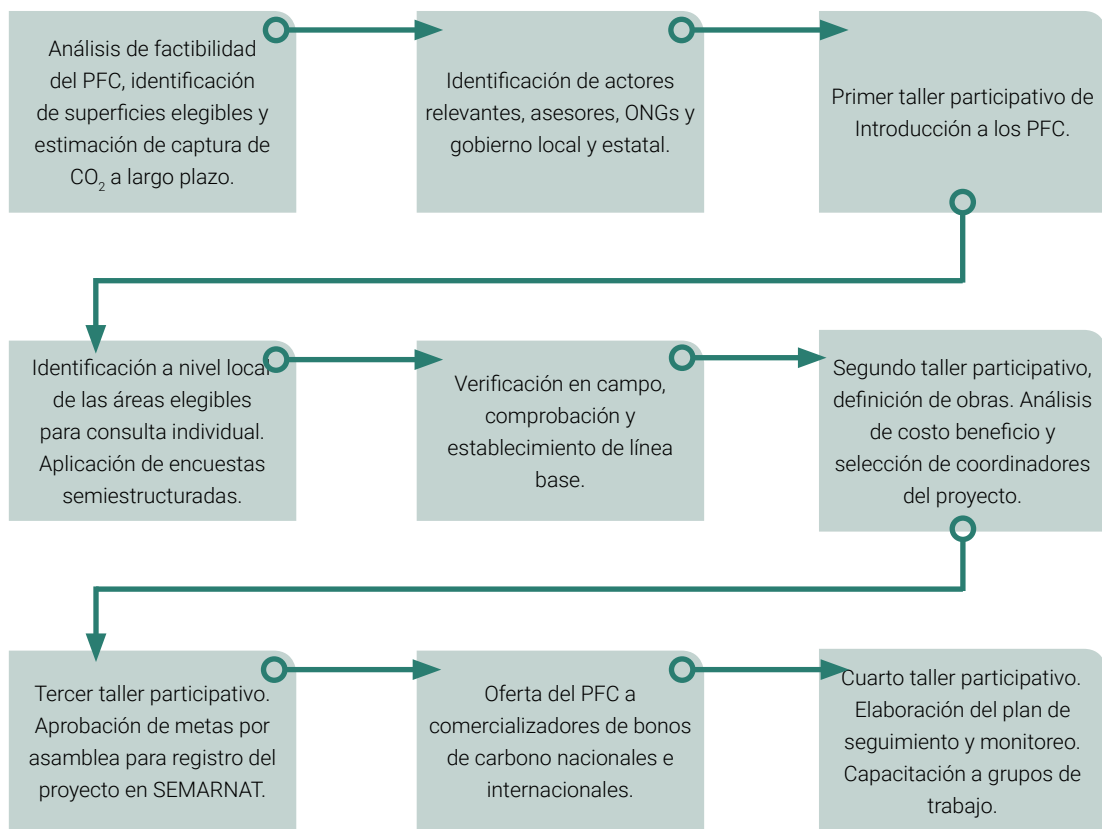




CUADRO 1. CRITERIOS APLICADOS PARA LA SELECCIÓN DEL EJIDO

Ejido	Participación previa en PSA	Condiciones aptas de gobernanza	Superficie elegible	Interés y trabajo previo
Soledad de Zaragoza	No	Sí	163 ha	No
Miramar	No	No	124 ha	No
Ollita del Pino	Sí	Sí	84 ha	Sí
Coronel José Castillo	Sí	Sí	66 ha	Sí
Apetzco	No	Sí	24 ha	No

FIGURA 2. PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA NMX-AA-173.SCFI-2015



obligaciones de los participantes. También se abordaron los temas de relevancia de la captura de carbono, requerimientos para la realización de un PFC, opciones y actividades de restauración que contempla la Norma, tiempos estimados de duración del proyecto, así como la emisión y comercialización de bonos de carbono.

Este taller buscó involucrar a los posibles beneficiarios dentro del proceso de diseño del proyecto y, al tiempo, fortalecer sus capacidades autogestoras. Además de realizar un ejercicio de cartografía participativa para identificar las áreas elegibles a escala de parcela, utilizando los planos originales del PROCEDE y bases de datos digitales (figura 3).

Previo al segundo taller, se evaluó la salvaguarda de CPLI. Para lo cual se aplicaron 21 encuestas semiestructuradas a una muestra del 25% de los 83 posibles beneficiarios; con ello, se buscó conocer la percepción del entorno social, económico y cultural de los entrevistados. De esta forma se identificaron los motivos para aprobar o rechazar la decisión de implementar un PFC.

## Resultados

El ejido Ollita del Pino tiene una superficie de 1,144.06 hectáreas: de las cuales, 811.6 corresponden a zonas de uso común en buen estado de conservación; con predominancia del bosque húmedo de montaña y bosque de pino-encino. Sus actividades económicas

son: la agricultura de subsistencia y la ganadería. Entre los principales cultivos destacan: el café cereza y la naranja. El 61% de la superficie forestal del ejido se dedica a la conservación a través del PSA (PROFORESTAL, 2015).

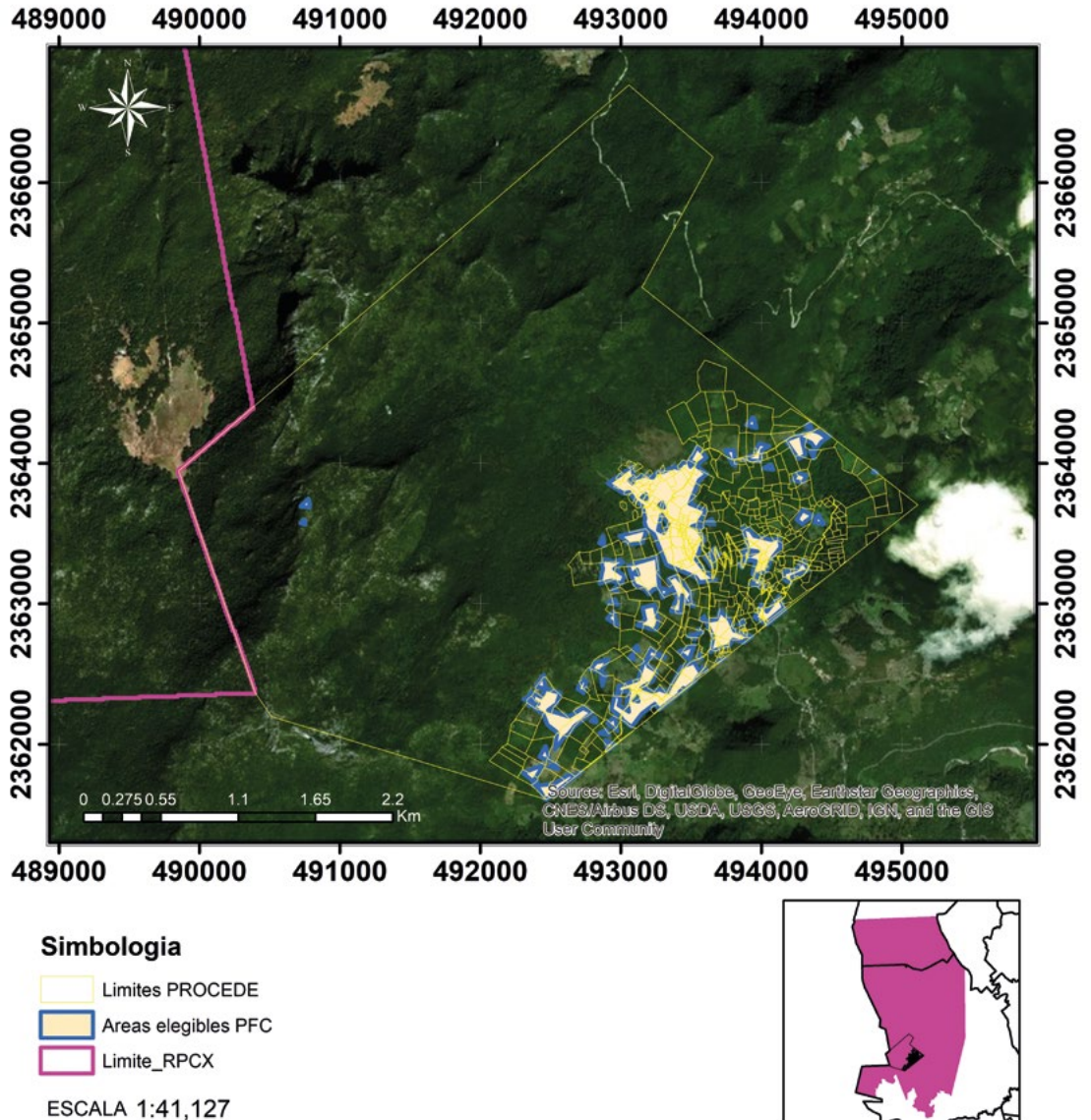
Tiene una superficie de 83 hectáreas de área elegible para la implementar un proyecto de captura de carbono, distribuidas de la siguiente forma: 6 hectáreas de brechas y tierras de uso común, 10 hectáreas de solares y 67 hectáreas de parcelas agrícolas. De acuerdo con los datos de los participantes, se tiene una superficie promedio 0.75 hectáreas/ejidatario; lo cual implica una complicación, considerando que la mayoría de las estimaciones de captura de carbono y bonos de carbono por lo regular se desarrollan en terrenos de una hectárea como mínimo.

## Proyección económica del PFC

La proyección económica de los ingresos potenciales de un PFC se basó en los siguientes supuestos:

1. La restauración forestal elegida es acorde al tipo de vegetación nativa circundante a las parcelas, que para este ejido corresponde al BHM.
2. La tasa de crecimiento promedio nacional para la biomasa aérea en un bosque húmedo tropical es de 1.6 MgC ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>.
3. La tasa de crecimiento anual de biomasa aérea es la misma para todos los años; por lo

FIGURA 3. IDENTIFICACIÓN DE PARCELAS ELEGIBLES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NMX-AA-173. SCFI-2015



tanto, el potencial de captura de CO<sub>2</sub> anual es constante durante la vigencia del proyecto.

4. Un precio del bono de carbono promedio de \$10 USD (aproximadamente \$200.00 pesos/TonCO<sub>2</sub>eq) constante durante la vigencia del proyecto.

Las 83 hectáreas de superficie elegible en conjunto tienen un potencial de captura de carbono de 10,061 TonCO<sub>2</sub> (Orta *et al.*, [en prensa]). Considerando la tasa de incremento de carbono en biomasa anual de bosques húmedos de 1.6 MgC ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> (De Jong *et al.*, 2010), el estimado de potencial de captura de carbono anual en el ejido Ollita del Pino sería de 490 TonCO<sub>2</sub>. Con base en el precio promedio establecido (10 USD/TonCO<sub>2</sub>), se obtendría una ganancia anual de \$98,000 pesos. A un plazo de 20 años, el valor total del proyecto se estima en \$ 2'012,000 (cuadro 2).

Es importante aclarar que los montos por captura de carbono dependen directamente de la selección de actividades de restauración elegidas. El cálculo utilizado en este ejercicio consideró la restauración con especies nativas; sin embargo, en caso elegir algún otro tipo de actividad, la proyección deberá adecuarse a la actividad seleccionada y a la tasa de crecimiento de las especies utilizadas. Algunas otras opciones son las plantaciones maderables comerciales, la reforestación con árboles frutales y maderables, los sistemas agroforestales asociados al café o los sistemas silvopastoriles con cercos vivos forrajeros.

A partir de lo recabado durante las entrevistas, el 90% de los encuestados no mostró interés en un proyecto de esta naturaleza. La razón principal fue que los ejidatarios prefieren mantener el actual uso de tierra (cultivo de maíz para autoconsumo); principalmente, por seguridad alimentaria y como una tradición cultural que desean heredar a las nuevas generaciones.

La mayoría de los ejidatarios tienen 50 años o más. Sus principales actividades económicas son la producción de maíz para autoconsumo y algunos otros cultivos como frijol, hortalizas y café para venta. Sólo una cuarta parte de los encuestados se dedica a la ganadería: esta actividad registra ingresos entre \$20,000 y \$60,000 anuales por venta de productos a nivel local.

La condición económica de los encuestados impide comprometerse con los trabajos requeridos para este tipo de proyectos. La mayoría no cuenta con recursos para invertir en el pago de jornales, además de carecer de una fuente de ingreso fija. Por otro lado, la escasa superficie involucrada (0.75 hectáreas/beneficiario, en promedio) representa un ingreso muy bajo por la venta de bonos de carbono (\$1,171 anuales por hectárea) que explicaría la baja aceptación. A lo anterior, se añade la dificultad de las tareas logísticas para el seguimiento del proyecto por lo fragmentado de la superficie. Al respecto, el 33% de los encuestados manifestó que los PFC serían atractivos si la ganancia fuera mayor a \$10,000 anuales;



CUADRO 2. PROYECCIÓN DE INGRESOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO

Ejidos	Superficie elegible (ha)	Potencial de incremento de biomasa aérea (Mg) <sup>1</sup>	Potencial de captura de CO <sub>2</sub> (Ton) <sup>2</sup>	Años necesarios, a una tasa de 1.6 MgC/ha/y <sup>3</sup>	Potencial de incremento de biomasa aérea anual (Mg/y) <sup>4</sup>	Potencial de captura de CO <sub>2</sub> anual (Ton/y) <sup>5</sup>	Ingreso potencial por captura de CO <sub>2</sub> anual en pesos <sup>6</sup>	Ingreso potencial por captura de CO <sub>2</sub> (Ton) total en pesos <sup>7</sup>
Soledad de Zaragoza	162.57	5,352.58	19,590.44	20.57824533	260.11	952.00	190,399.55	3,918,088.56
Miramar	124.31	3,829.16	14,014.73	19.25207143	198.90	727.96	145,591.87	2,802,945.12
Ollita del pino	83.68	2,749.09	10,061.67	20.53196792	133.89	490.05	98,009.79	2,012,333.88
Coronel Castillo	66.05	2,475.57	9,060.59	23.42395307	105.69	386.81	77,361.72	1,812,117.24
Apetzco	23.84	725.19	2,654.20	19.01329636	38.14	139.60	27,919.36	530,839.08

<sup>1</sup> Potencial de incremento de biomasa aérea en Mg (Orta et al., en revisión)

<sup>2</sup>. Potencial de captura de carbono en Ton de CO<sub>2</sub>eq, obtenido de multiplicar la cantidad de total de biomasa aérea en MgC por el factor de equivalencia 3.66 (McPherson et al., 2016). Este factor es la relación del peso molecular del C en una molécula de CO<sub>2</sub>= 44 g (12 g del carbono (C) +32 g de los dos átomos de oxígeno (O)) 44/12=3.66

<sup>3</sup>. Considerando la tasa de crecimiento de 1.6 MgC ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> (de Jong et al., 2010) en bosques húmedos tropicales; y= (Potencial de incremento de biomasa aérea/superficie elegible)/1.6

<sup>4</sup>. Potencial de incremento de biomasa aérea anual= Potencial de incremento de biomasa aérea/ No. de años necesarios.

<sup>5</sup>. Potencial de captura de CO<sub>2</sub> anual=Potencial de incremento de biomasa aérea anual\* factor 3.66.

<sup>6</sup>. Ingreso potencial de captura de CO<sub>2</sub> anual= Potencial de captura de CO<sub>2</sub> anual \* \$200.00 pesos (aprox.10 USD)

<sup>7</sup>. Ingreso potencial de captura de CO<sub>2</sub> total= Potencial de captura de CO<sub>2</sub> \* \$200.00 pesos (aprox.10 USD)

el resto no logró definir alguna cantidad en específico.

El 24% de los encuestados consideró fracasadas las anteriores iniciativas de restauración promovidas en el ejido, debido a la falta de seguimiento y abandono de la asistencia técnica. En 2007, el Grupo Ecológico Sierra Gorda A. C. promovió un plan de reforestación; quienes participaron lamentan que sus parcelas dejaran de ser “productivas”, debido a la falta de permisos para el aprovechamiento maderable y una percepción de áreas intocables.

Respecto a la selección de actividades de restauración, el 29% de los entrevistados manifestó que la rehabilitación de árboles frutales como el aguacate, durazno y nuez de la india habrían sido una opción más atractiva. Un 28% habría preferido reforestar con especies agroforestales como el chalahuite (*Inga vera* Willd), el paraíso (*Melia azedarach* L.), el cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) y café (*Coffea arabica* L.). O bien, con especies silvopastoriles como el ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) y la leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit). Sólo un 5% prefería reforestar con especies maderables como pino (*Pinus greggii* Englem.) y cedro blanco (*Cupressus lusitánica* Mill. (*C. lindleyi* Klotzsch)). Ninguno de los encuestados manifestó interés por la reforestación con vegetación nativa.

Los proyectos forestales de carbono implementados con éxito alrededor del mundo se basan en ciertos aspectos clave:

a) comunidades con organizaciones locales activas y participativas en algún proceso de desarrollo, b) certidumbre jurídica relacionada a la propiedad o tenencia de la tierra, 3) participación de grupos intersectoriales, interinstitucionales y multidisciplinares, 4) vinculación con entidades académicas nacionales e internacionales, v) participación e interés de fuentes de financiamiento y 6) diseños a largo plazo asociados a proyectos productivos con ingresos o cobeneficios adicionales a la captura de carbono (Hendrickson y Corbera, 2015; Jindal *et al.*, 2008; McFarland, 2018; Soto-Pinto *et al.*, 2005).

Hendrickson y Corbera (2015) encontraron que en el caso del proyecto de captura de carbono Scolel-Te, en Chiapas, México, la principal motivación de los participantes del proyecto no era el beneficio económico de los bonos de carbono; los cuales, incluso, consideraban insuficientes. Más bien se relacionaba con el mejoramiento de sus sistemas productivos agroforestales, el abastecimiento de madera para uso de leña doméstico y la integración a grupos sociales con capacidades de organización.

El beneficio económico del PFC definido para el ejido Ollita del Pino con fines de restauración forestal arrojó un ingreso por venta de bonos de carbono de \$1,171 por hectárea/año; lo que evidentemente resulta escaso comparado con los costos reportados en la literatura para una restauración forestal. La estrategia más sencilla de regeneración

natural reporta montos de \$9,800 por hectárea/año, los primeros tres años; hasta una restauración muy completa con cercado y empleo de plántula que puede alcanzar los \$30,255 por hectárea/año, en el mismo periodo (Douterlungne y Ferguson, 2012).

La agricultura de autoconsumo – considerada como parte de la economía campesina menos favorecida (Mata, 1994)– provee alrededor del 65% de las proteínas y 71% de las calorías que consumen los campesinos mexicanos (DeWalt, 1983). Algunos datos indican que el valor productivo de las parcelas agrícolas en México oscila entre \$674 y \$2,392, dependiendo de las prácticas agroecológicas utilizadas para cultivar (Aguilar *et al.*, 2011). Es así que, para la mayoría de los habitantes del ejido, los actuales sistemas agrícolas y pastizales generan mayor rentabilidad en comparación con los sistemas forestales; esto en menoscabo de los subsidios que reciben como el PROCAMPO.

Un PFC no es rentable por sí solo, debido al riesgo que conlleva su implementación, la volatilización de los precios del carbono, la incipiente estabilidad del mercado voluntario nacional y hasta los cambios abruptos en las políticas internacionales respecto al cambio climático; sin embargo, podría ser un gran aliado cuando se acompaña de otros proyectos productivos (Neupane, 2017).

## Conclusiones

A diferencia de otros proyectos forestales a corto plazo, los proyectos forestales de carbono son complejos porque requieren de una gran coordinación entre diferentes actores y compromisos a largo plazo. Por las características de las áreas elegibles de permanecer sin cobertura forestal –por cinco años consecutivos para la implementación de actividades de restauración– puede inferirse que dichas áreas son manejadas con fines agrícolas o pastoriles.

La implementación de un PFC para su restauración puede considerarse una estrategia de manejo y conservación a largo plazo, siempre y cuando se asocie a otro tipo de proyectos productivos relacionados con el manejo y el aprovechamiento de los recursos naturales a corto plazo. Casi tan importante como estimar la cantidad de bonos de carbono, los cobeneficios deben plantearse desde un inicio. Estos serán claves para definir la aprobación, tanto por la comunidad como por los posibles compradores de los bonos. Aunque la iniciativa no despertó el interés en los ejidatarios –principalmente por la incertidumbre de convertir el actual uso de suelo de sus parcelas en áreas nuevamente forestales y sacrificar así la seguridad alimentaria– es necesario explorar éstas y otras posibilidades de gestión de los recursos forestales en las áreas protegidas.

## Referencias

- Aguilar-Jiménez, C. E., A. Tolón-Becerra y X. Lastra-Bravo (2011), "Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México". En: *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 43 (1), 155-174.
- De Jong, B., C. Anaya, O. Maser, M. Olgún, F. Paz, J. Etchevers, R. D. Martínez, G. Guerrero y C. Balbontín (2010), "Greenhouse gas emissions between 1993 and 2002 from land-use change and forestry in Mexico". En: *Forest Ecology and Management*, 260 (10), 1689-1701.
- DeWalt, K. M. (1983), "Income and dietary adequacy in an agricultural community". En: *Social Science & Medicine*, 17 (23), 1877-1886.
- DOF, "Reglas de carácter general para el pago opcional del impuesto especial sobre producción y servicios a los combustibles fósiles mediante la entrega de los bonos de carbono", 18 de diciembre de 2017". Disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5508098&fecha=18/12/2017](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5508098&fecha=18/12/2017). Consultado el 24 de mayo del 2019.
- DOF, Norma Mexicana para el registro de proyectos forestales de carbono y la certificación del incremento en el acervo de carbono (NMX-AA-173-SCFI-2015). Disponible en: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-aa-173-scfi-2015.pdf>. Consultado el 24 de mayo del 2019.
- Douterlungne, D. y B. G. Ferguson (2012), *Manual de restauración ecológica campesina para la Selva Lacandona*, México, ECOSUR / CONAFOR / CONACYT.
- Hendrickson C. Y. y E. Corbera (2015), "Participation dynamics and institutional change in the Scolel Te carbon forestry project, Chiapas, Mexico". En: *Geoforum*, 59, 63-72.
- Jackson, W.L., y A. W. Inglés (2004), *Técnicas participativas para actividades forestales comunitarias: manual de campo*, Gland: IUCN / WWF / AUSAID.
- Jindal R., B. Swallow y J. Kerr (2008), "Forestry-based carbon sequestration projects in Africa: potential benefits and challenges". En: *Natural Resources Forum*, 32 (2), 116-130.
- Mata, B. (1994), "Agricultura campesina y autogestión". En: Martínez, T., J. Trujillo y F. Bejarano (eds.), *Agricultura campesina: orientaciones agrobiológicas y agronómicas sobre bases sociales tradicionales vs Tratado de Libre Comercio*. México: Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, 99-110.
- McFarland, B. J. (2018), "Payments for Ecosystem Services". En: *Conservation of Tropical Rainforests, a review of financial and strategic solutions*, Palgrave Macmillan, Cham. Springer nature, Switzerland, 337-429.
- McPherson, E. G., N. S. van Doorn y P. J. Peper (2016), Urban tree database and allometric equations. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-253, Albany: US Department of Agriculture / Forest Service / Pacific Southwest Research Station.
- Neupane P. R., A. Gauli, T. Maraseni, D. Kubler, P. Mundhenk, M. V. Dang y M. Kohl (2017), "A segregated assessment of total carbon stocks by the mode of origin and ecological functions of forest: implication on restoration potential". En: *International Forestry Review*, 19 (4), 120-147.



Orta S., S. Aguirre y H. Reyes, Aboveground tree carbon capture estimation in Mexico under the new official standard. Applied ecology and environmental research [en prensa].

Plan Vivo (2016), *Plan Vivo: Socio-Economic Manual*. Disponible en: <http://www.planvivo.org/docs/Socio-economic-Manual.pdf>. Consultado el 29 de mayo del 2019.

PROFORESTAL (2015), *Estudio de Ordenamiento Territorial Comunitario del ejido Ollita del Pino, Xilitla, S.L.P.*, México: CONAFOR.

Reyes, H. H., R. E. Galarza, D. E. G. Torres, S. F. J. Sahagún y V. J. A. de Nova (2016), *Proyecto de fortalecimiento de las acciones de restauración del bosque de niebla en la RPC Xilitla. Programa de conservación de especies en riesgo (PROCER) 2016 Región noreste y Sierra Madre Oriental*, México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Soto-Pinto, L., G. Jiménez-Ferrer, A. Vargas-Guillen, B. de Jong Bergsma y E. Esquivel-Bazán (2005), "Experiencia agroforestal para la captura de carbono en comunidades indígenas de México". En: *Revista Forestal Iberoamericana*, 1 (1), 44-50.

World Bank y Ecofys (2018), *State and Trends of Carbon Pricing 2018 (May)*, Washington: World Bank.







Macizo montañoso de la Sierra Madre Oriental en la porción Xilitla



Paisajes naturales y humanizados alrededor de la comunidad El Ranchito, Xilitla



## **Biodiversidad y conservación de ecosistemas de la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla**

Se terminó de imprimir en noviembre de 2019 en INTEGRA.  
Arista 2086, Col. Villaseñor, CP 44600, Guadalajara, Jalisco, México.  
con un tiraje de 500 ejemplares.



Diseño y cuidado de edición a cargo de AMAYA EDICIONES S DE  
RL DE CV, Enrique Díaz de León 514-2 Col. Americana, CP 44160,  
Guadalajara, Jalisco, México.  
Teléfono: 33 3825 9441 • Correo: amayaediciones@gmail.com



En México se ha tenido un notable avance en el conocimiento y conservación de la diversidad biológica, sin dejar de reconocer innumerables dificultades e importantes retos ambientales aún por resolver. Las áreas naturales protegidas representan uno de los mecanismos más eficientes y con mayor certeza jurídica que contribuyen a la conservación de la biodiversidad y sus servicios ambientales para el bienestar no solo de las poblaciones rurales que ahí habitan, sino para beneficio de toda la población humana que depende de la utilización y aprovechamiento de los recursos naturales. Además, las áreas bajo protección contribuyen a mitigar las tendencias de deterioro a escala local y global. Por lo que resulta necesario profundizar en el conocimiento de estas áreas para lograr la protección de espacios estratégicos de importancia biológica y de desarrollo social y económico.

La información compilada y presentada en este libro describe la biodiversidad de la región de Xilitla al sureste del estado de San Luis Potosí en la Sierra Madre Oriental donde convergen ecosistemas prioritarios por su vulnerabilidad como el bosque mesófilo de montaña, así como una riqueza excepcional de especies de flora y fauna silvestre endémicas, amenazadas y en peligro de extinción. El territorio donde se manifiesta esta biodiversidad provee de innumerables servicios ambientales que mantienen el balance socioecosistémico y justifican su importancia como un área que debe ser reconocida e incorporada, con base en la legislación actual y la aceptación de los propietarios de la tierra y los recursos naturales, al sistema nacional de áreas naturales protegidas.



**UASLP**  
Universidad Autónoma  
de San Luis Potosí



UNIVERSIDAD DE  
**GUADALAJARA**  
Red Universitaria de Jalisco



**CONANP**  
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS  
NATURALES PROTEGIDAS



FONDO MEXICANO  
PARA LA CONSERVACIÓN  
DE LA NATURALEZA, A. C.  
INSTITUCIÓN PRIVADA  
25 AÑOS



**KFW**

