



## Riqueza específica de vertebrados en un bosque reforestado del Parque Nacional Nevado de Toluca, México

### Species richness of vertebrates in a reforested woodland of the Nevado de Toluca National Park, Mexico

Jessica Mariana Sánchez-Jasso<sup>1✉</sup>, Xóchitl Aguilar-Miguel<sup>1</sup>, Juan Pablo Medina-Castro<sup>2</sup> y Georgina Sierra-Domínguez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecología y Conservación, Centro de Investigación de Recursos Bióticos (CIRB), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Literario 100, Col. Centro, 50000 Toluca, Estado de México, México.

<sup>2</sup>Barro Jaguar A.C. Av. Juárez #501, Col. Centro, 68000 Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

<sup>3</sup>Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec s/n., Ciudad Universitaria, 50110 Toluca, Estado de México, México.

✉ jmsjasso@gmail.com

**Resumen.** Este trabajo documenta la riqueza específica de vertebrados de un bosque reforestado del Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) Estado de México, México. Se identificaron 85 especies totales, de las cuales 24 especies son endémicas de México, 14 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT, 2010) y 3 especies en la lista roja de la UICN. Aun cuando la zona de estudio representa apenas el 0.42% de la superficie total del PNNT, la riqueza de vertebrados encontrada constituye el 11.37% de la riqueza total en el Estado de México, lo cual destaca la importancia de este espacio y una urgente necesidad de establecer estrategias de manejo que garanticen la conservación de las especies y su hábitat.

Palabras clave: riqueza de especies, bosques reforestados, Área Natural Protegida, Estado de México, conservación y manejo.

**Abstract.** This paper documents the richness of vertebrates in reforested woodlands inside the Nevado de Toluca National Park, State of Mexico, Mexico. A total of 85 species were identified, of which 24 species are endemic to Mexico, 14 species are in some risk category according to NOM-059-SEMARNAT-2010 and 3 species in the IUCN Red List. Even though the study area accounts for 0.42% of the total area of the Nevado de Toluca National Park, the richness of vertebrates in this area includes 11.37% of the total richness in the State of Mexico, highlighting the importance of the area and an urgent need to establish management strategies for its conservation.

Key words: species richness, reforested woodlands, Natural Protected Area, State of Mexico, conservation and management.

#### Introducción

Los bosques templados de México están asociados estrechamente con las zonas de mayor altitud, se distribuyen en las grandes cadenas montañosas como la sierra Madre Occidental y Oriental, así como en el Sistema Volcánico Transversal, ocupan el 20% del territorio nacional y están considerados como ecosistemas de alto valor biológico y social (INEGI, 2008). Mittermeier y Goettsch (1992) señalan que los bosques templados de *Pinus-Quercus* de México son los más diversos del planeta, pues en ellos se puede encontrar la mayor riqueza de pinos (55 especies) y encinos (138 especies), de los cuales el 85 y 70% respectivamente, son endémicos del país. Aunado a esto, el

relieve, la fertilidad del suelo y las condiciones climáticas han colocado a este tipo de ambientes entre los preferidos para el establecimiento y la realización de actividades productivas. En México se estima que entre el 37 y 67% de la superficie original de estos bosques ha sido transformada (Rzedowski, 1978; Toledo y Ordóñez, 1993), provocando que éstos sean los ecosistemas que más han sido alterados y por lo tanto, se encuentren entre los más amenazados del país (Vega y Peters, 2003).

La ubicación geográfica, la historia geológica, la heterogeneidad del relieve y el régimen climático del Estado de México son variables determinantes para el desarrollo de una amplia biodiversidad (López-Cano et al., 2009). Registros publicados establecen que en la entidad mexiquense existen al menos 3 525 especies de plantas (Ceballos et al., 2009) y 765 especies de vertebrados. Considerando que la

superficie del Estado de México abarca el 1.1% del territorio nacional y que en ella se encuentra representada el 25.1% de biodiversidad de vertebrados del país, resulta relevante emprender acciones que promuevan y garanticen la conservación de esta riqueza natural (Aguilar-Miguel, 2007).

Conforme al Inventario Forestal del Estado de México (2010), el 48% de la superficie estatal se encuentra cubierta por bosques y selvas, de éstas, el 95% corresponde a bosques templados (Rescala, 2009; SEDAGRO, 2010), que al igual que en otras regiones del país se han visto deteriorados por actividades antropogénicas. Se calcula que de 1900 a 2001 se ha perdido el 53% de la cobertura forestal del estado, lo cual ha motivado que en diversas ocasiones se establezcan vedas forestales por el acelerado proceso de deforestación y el desorden de la industria en materia forestal (Collado et al., 2009). Una de las estrategias más utilizadas desde la década de los 80 para mitigar esta devastación ha sido la implementación de programas de reforestación; actualmente, estos programas van encaminados a la conservación más que al aprovechamiento forestal, por lo que se han invertido esfuerzos para la elección de las especies adecuadas para cada sitio (Rescala, 2009).

El Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) es una de las áreas naturales protegidas (ANP) más importantes en el Estado de México, está considerado como una región terrestre prioritaria para la conservación (RTP-109) debido a la gran biodiversidad ecosistémica, endemismos, captación de agua, recarga a los mantos acuíferos y alto valor paisajístico (Ávila, 2009; Conabio, 2011a). Además, está reconocido como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA-MX017 Sierra de Taxco-Nevado de Toluca) (Conabio, 2011b). No obstante, el PNNT es uno de los ecosistemas más deteriorados de la entidad, ya que desde antes de establecerse como ANP y hasta la fecha ha estado bajo constantes presiones antropogénicas que le han conferido impactos ambientales negativos severos, entre las principales causas de degradación se encuentran cambios extensos de uso de suelo, plagas, enfermedades forestales, deforestación, incendios y prácticas agropecuarias descontroladas (Ávila, 2009).

A pesar del valor que este espacio representa, es notoria la falta de continuidad y la existencia de amplios vacíos en el manejo y conservación de los recursos naturales, sobre todo es evidente la falta de conocimiento respecto a la diversidad que habita en él, principalmente de inventarios faunísticos.

La zona de estudio fue la superficie de uso común del ejido de Cacalomacán (actualmente el Parque Ecológico Ejidal de Cacalomacán (PEEC)), la cual desde 1925 fue utilizada para el desarrollo de actividades agropecuarias, y a partir de la década de los 80 a sobresalido por las accio-

nes y trabajos de reforestación y recuperación de suelo. Desde el año 2003, el ejido ha promovido la conservación y aprovechamiento del bosque mediante el pago por servicios ambientales y el establecimiento del ecoturismo. Sin embargo, el PEEC no contaba con un inventario de la biodiversidad que resguarda, lo cual es indispensable para la planificación, conservación y manejo adecuado del espacio.

El objetivo general de este trabajo fue determinar la riqueza específica de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos no voladores, con énfasis en mamíferos medianos) en un bosque reforestado del Parque Nacional Nevado de Toluca. Este inventario fue la base para generar una estrategia de conservación y manejo de los recursos naturales y la biodiversidad del PEEC, la cual se realizó de manera paralela a esta investigación.

## Materiales y métodos

*Área de estudio.* El Parque Ecológico Ejidal de Cacalomacán se localiza dentro del PNNT. Entre las coordenadas geográficas: 19°12'37.6" N, 99°44'42.6" O; 19°12'31.9" N, 99°43'51.1" O; 19°11'31.9" N; 99°44'22.8" O, 19°11'47.3" N; 99°45'09.2" O, en un gradiente altitudinal que va de los 2 800 a los 3 247 m snm, cuenta con una superficie total de 244 hectáreas, correspondiente al 0.42% de la superficie total del Parque Nacional Nevado de Toluca (Fig. 1).

El clima predominante es templado semifrío con lluvias en verano. La temperatura media anual oscila entre 12 y 18° C, la máxima se presenta en los meses de abril y mayo (entre 13 y 22° C) y la mínima en los meses de enero y diciembre (-3 y 9° C). La precipitación media anual es de 1 200 a 1 800 mm (García, 1981; Conabio, 2011a).

El tipo de vegetación predominante en el PEEC corresponde a un bosque secundario de coníferas, el cual se originó como consecuencia de la destrucción total o parcial de la vegetación original realizada por el cambio de uso de suelo de forestal a agropecuario durante la década de los 20, y la posterior reforestación en la década de los 80, con especies como: *Cupressus lindleyi*, *Eucaliptus globulus*, *Pinus ayacahuite*, *P. patula* y *P. montezumae*. Debido a estos eventos, los tipos de cobertura vegetal observados en el parque se clasifican en: vegetación natural 29.67% (incluye vegetación secundaria, vegetación riparia y zacatonal); zonas de reforestación 68.35% (bosque de *Cupressus-Pinus*, *Pinus-Cupressus* y zacatonal con reforestación de *Pinus*) y agricultura de temporal 1.78% (cultivos de avena/haba/papa) (Sánchez-Jasso, 2012).

*Trabajo de campo.* Consistió en 25 salidas quincenales con una duración de 2 a 3 días consecutivos, sumando un total de 55 días, en un periodo de 14 meses entre enero

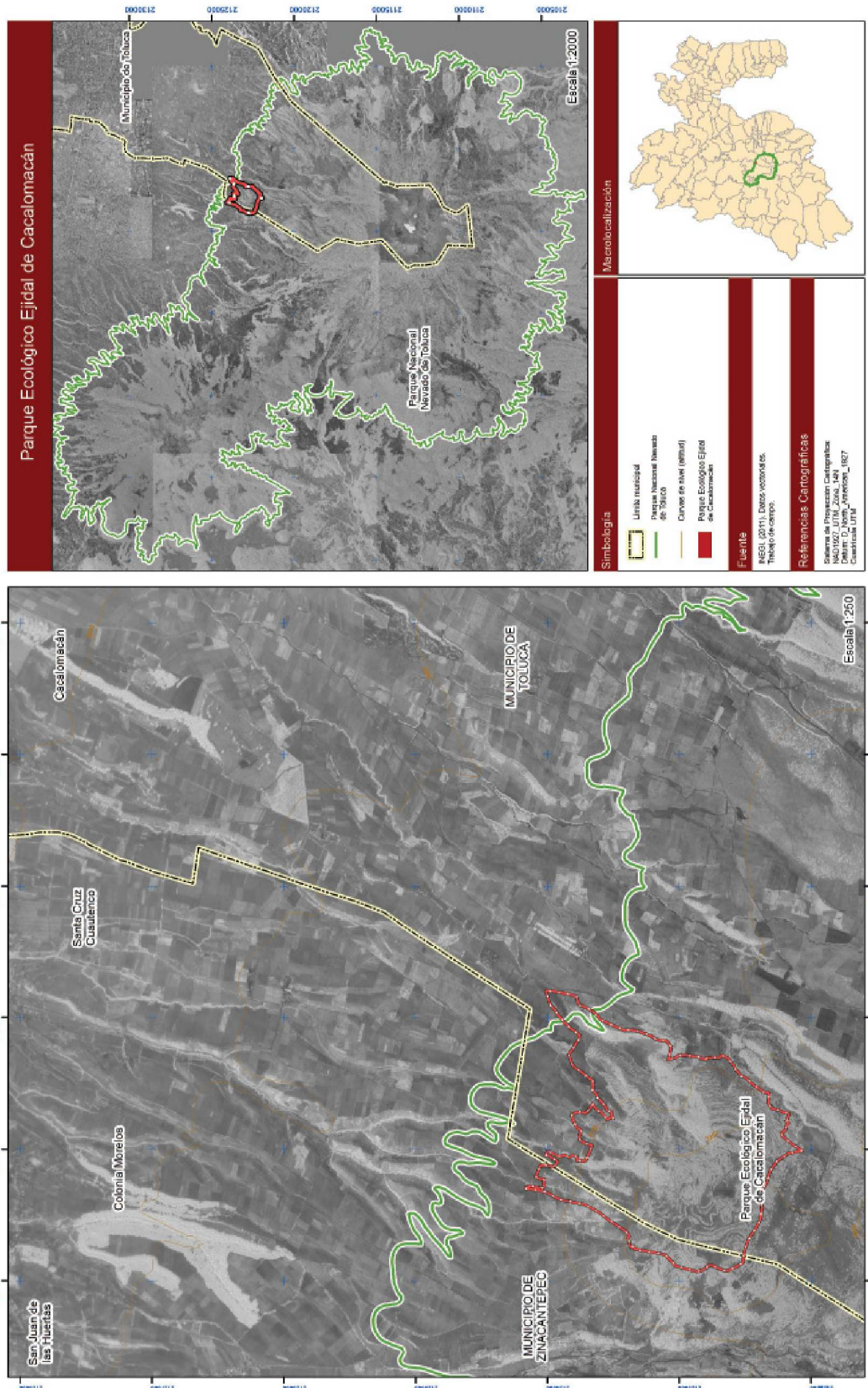


Figura 1. Mapa de ubicación del PEEC.

de 2010 y marzo de 2011. Los sitios de muestreo fueron seleccionados con base en la heterogeneidad ambiental, tratando de inventariar todos los tipos de vegetación en las diferentes estaciones del año y procurando cubrir la mayor superficie posible. El área total del parque se cuadrículó en cuadrantes de 100 m<sup>2</sup> y se obtuvieron 50 puntos de muestreo (Westhoff y Maarel, 1978). Para todos los grupos de vertebrados fueron los mismos cuadrantes, sin embargo, y dadas las características de hábitos y de hábitat de los diferentes grupos se trabajó con los métodos indicados para cada uno de ellos.

Para el muestreo de la herpetofauna, en los cuadrantes seleccionados por cada salida se realizaron 5 transectos de 25 metros lineales y se registraron avistamientos directos, algunos ejemplares fueron capturados para su identificación y posteriormente fueron liberados. Las horas de muestreo se establecieron de 10:00 am a 4:00 pm y de 8:00 pm a 12:00 am (3 960 horas hombre). Para el caso de los anfibios, el muestreo se realizó en los mismos cuadrantes seleccionados, los avistamientos se realizaron de 6:00 am a 10:00 pm y de 10:00 pm a 12:00 am (2 970 horas hombre). Cada organismo encontrado fue fotografiado en alta resolución en diversos planos y con ayuda de especialistas se hizo el detalle de los caracteres taxonómicos para su determinación.

Los métodos utilizados para el muestreo de aves fueron: muestreo por puntos y redes de niebla. Se colocaron 12 redes durante las horas de mayor actividad, de 5:00 am a 12:00 pm, para tener un total de 1 976 horas red. Asimismo, se registró un total de 158 horas de muestreo por puntos. Las aves capturadas fueron fotografiadas e identificadas por medio de bibliografía especializada, para su posterior liberación (Preston, 1998; Peterson y Chalif, 1999; Kaufman, 2000; Pyle, 2001; National Geographic Society, 2004; Del Coro y Valiente, 2006; Del Olmo et al., 2007; Pyle, 2008; Del Olmo et al., 2009; Pineda et al., 2009; Sibley, 2009).

El muestreo para mamíferos fue mediante observaciones directas e indirectas, para las primeras se colocaron en los cuadrantes seleccionados trampas tipo Tomahawk

para mamíferos medianos; el método indirecto fue a través de estaciones olfativas y de la búsqueda de rastros en los cuadrantes seleccionados, los cuales fueron examinados e identificados en laboratorio mediante guías especializadas (Coates-Estrada y Estrada, 1986; Arita, 1994; Ceballos y Miranda, 2000; Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003; Núñez, 2003; Villa y Cervantes, 2003; Juárez et al., 2009). Únicamente se muestreó a este grupo debido a que no se contaba con el material suficiente para el muestreo de mamíferos voladores y pequeños.

*Análisis de datos.* La riqueza específica se determinó sumando el número de especies registradas durante las 25 salidas de campo. Con estos datos se generaron las curvas de acumulación de especies por grupo de vertebrados. Finalmente, para evaluar el número de especies esperadas por grupo taxonómico se utilizaron 2 estimadores no paramétricos de la riqueza específica, Chao 2 y Jackknife 1; debido a que el primero es menos sesgado para muestras pequeñas, mientras que el segundo reduce el sesgo en la estimación del número de especies (Moreno, 2001). Los 2 estimadores requieren registros de presencia-ausencia, en este caso de 25 muestras. Los estimados de riqueza y sus respectivos intervalos de confianza (IC) al 95% fueron obtenidos en el programa EstimateS ver 8.2. Además, para evitar el efecto del orden de las muestras en la estimación del número de especies, se obtuvo el estimado Mao Tau aleatorizando las muestras con reemplazo (Colwell et al., 2004) en el programa EstimateS ver 8.2 (Colwell, 2006)

## Resultados

*Riqueza específica de vertebrados.* Se registró un total de 85 especies de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos no voladores) distribuidas en 17 órdenes, 41 familias y 69 géneros (Cuadro 1). De las 85 especies, 24 son endémicas, 4semiendémicas y 2cuasiendémicas de México. De acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT, 2010) 6 especies se encuentran amenazadas y 8 en la categoría de protección especial. En cuanto a la lista roja de la UICN-2012, 1 especie está catalogada como vulnerable, 1 en peligro de

**Cuadro 1.** Riqueza específica de vertebrados del PEEC

<i>Clase</i>	<i>órdenes</i>	<i>familias</i>	<i>géneros</i>	<i>especies</i>	<i>endémicas</i>	<i>categoría de riesgo*</i>
Amphibia	2	4	4	5	4	2
Reptilia	1	3	5	8	6	3
Aves	9	24	50	60	15**	8
Mammalia	5	10	10	12	5	1
<b>Totales</b>	<b>17</b>	<b>41</b>	<b>69</b>	<b>85</b>	<b>30</b>	<b>14</b>

\* NOM-ECOL-059-2010 y lista roja de la UICN

\*\* Especie endémica

extinción y 1 cerca de amenaza (Apéndice). A continuación se describe la riqueza específica por grupo de vertebrados.

a) *Herpetofauna*: para la clase Amphibia se registraron 2 órdenes, 4 familias, 4 géneros y 5 especies; de ellas, *Lithobates spectabilis*, *Hyla eximia*, *H. plicata* y *Pseudoeurycea bellii* son endémicas de México, estas 2 últimas se encuentran amenazadas de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT, 2010) y *P. bellii* aparece como especie vulnerable en la lista roja de la UICN (Apéndice).

Para la clase Reptilia se registraron 1 orden, 4 familias, 5 géneros y 8 especies; de éstas, *Barisia imbricata*, *Crotalus triseriatus*, *Sceloporus bicanthalis*, *Sceloporus aeneus*, *Conopsis lineata* y *Thamnophis scalaris* son endémicas de México, ésta última se encuentra amenazada y *B. imbricata* y *S. grammicus* se encuentran bajo protección especial según la NOM-059 (SEMARNAT, 2010) (Apéndice).

El estimado de Chao 2 sugiere que en la zona de estudio existen 5 especies de anfibios (ICinf= 5.0 e ICsup= 5.3) y 7 especies de reptiles (ICinf= 7.0 e ICsup= 7.1). El estimado de Jackknife 1 sugiere que existen 5.9 especies de anfibios (DE= 0.96) y 7 especies de reptiles (DE= 0.0). Mientras que el estimado de Mao Tau sugiere que existen 5.9 especies de anfibios (ICinf= 3.7 e ICsup= 6.29) y 7 especies de reptiles (ICinf= 7.0 e ICsup= 7.0).

b) *Avifauna*: la clase Aves fue la más representativa, ya que se registró un total de 60 especies diferentes, distribuidas en 9 órdenes, 24 familias y 50 géneros. De éstas, 9 son endémicas de México, 4 semiendémicas y 2 cuasiendémicas. Las familias mejor representadas son Emberezidae (9 especies); Parulidae (8 especies) y Tyrannidae (5 especies). De acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT, 2010), 8 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo: *Dendrotyx macroura* y *Oporornis tolmei* se encuentran amenazadas; *Accipiter striatus*, *Buteo jamaicensis*, *Parabuteo unicinctus*, *Falco peregrinus* y *Vermivora crissalis* se encuentran bajo protección especial; ésta última también está considerada como cerca de amenaza (NT) por la lista roja de la UICN. Mientras que *Xenospiza baileyi* está catalogada como especie en peligro de extinción, tanto en las normas nacionales como en las internacionales (Apéndice).

El estimado de Chao 2 sugiere que en el PEEC existen 60 especies de aves (ICinf= 60.0 e ICsup= 60.2). El estimado de Jackknife 1 sugiere que existen 60.9 especies (DE= 0.96). Mientras que el estimado de Mao Tau sugiere que existen 60 especies (ICinf= 59.2 e ICsup= 60.8).

c) *Mastofauna*: se registraron 5 órdenes, 10 familias, 10 géneros y 12 especies; de las cuales *Sylvilagus floridanus*, *S. cunicularius*, *Neotomodon alstoni*, *Cratogeomys merriami* y *C. fumosus* son endémicas de México, está última se encuentra amenazada de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT, 2010) (Apéndice).

El estimado de Chao 2 sugiere que en la zona de estudio existen 12 especies de mamíferos (ICinf= 12.0 e ICsup= 12.1). El estimado de Jackknife 1 sugiere que existen 12.9 especies (DE= 0.96). Mientras que el estimado de Mao Tau sugiere que existen 12 especies (ICinf= 11.2 e ICsup= 12.8).

Los diferentes modelos estadísticos utilizados para estimar la riqueza de vertebrados en el bosque reforestado del PEEC, indican que para todos los grupos la riqueza observada es estadísticamente cercana a la estimada, lo que sugiere que los métodos de muestreo fueron adecuados para el área de estudio y el periodo establecido.

## Discusión

El bosque reforestado del Parque Ecológico Ejidal de Cacalomacán, con apenas el 0.42% de la superficie total del PNNT mantiene una comunidad diversa de vertebrados representada por el 11.37% de las especies registradas para el Estado de México (Aguilar-Miguel et al., 2007). Esta riqueza puede deberse a que la zona de estudio se ubica dentro de la provincia fisiográfica denominada Sistema Volcánico Transversal, la cual ha sido identificada como un importante centro de endemismos, diversificación y transición biogeográfica para aves y mamíferos (Ceballos y Rodríguez, 1993; Navarro-Sigüenza et al., 2007). Asimismo, Aguilar-Miguel et al. (2009) reportan zonas de alto valor para la conservación de la herpetofauna en la misma región. Además, la zona de estudio está considerada dentro de la Región Terrestre Prioritaria Nevado de Toluca (RTP-109), debido a la biodiversidad que resguarda (Conabio, 2011a).

Dado que no existe una lista publicada de la fauna del PNNT, los resultados obtenidos en este estudio se compararon con la riqueza específica de vertebrados reportada en 4 parques nacionales: el Parque Nacional La Malinche (PNM), el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl-Zoquiapan (PNIPZ), el Parque Nacional Desierto de los Leones (PNDL) y el Parque Nacional Cumbres del Ajusco (PNCA) (Granados-Sánchez et al., 2004; Conanp, 2006a, 2012b; Fernández y Domínguez, 2007), ecosistemas con características similares, en el sentido biológico y social.

Como se observa en el cuadro 2, la riqueza específica de vertebrados reportada en el PNM es de 169 especies, para el PNIPZ la riqueza es de 235, para el PNDL es de 53 y para el PNCA es de 103. Resulta interesante analizar estos datos en función de la superficie con la que cuentan, ya que el PNM con una superficie de 45 711 hectáreas, reporta el 50.29% de las especies presentes en el PEEC. El PNIPZ con una superficie de 39 819 hectáreas, reporta el 36.1% de las especies del PEEC. Mientras que la riqueza de vertebrados reportada para el PNDL con 1 519 hectáreas

**Cuadro 2.** Comparación de la riqueza de vertebrados entre el PEEC vs. el PNNT

Región geográfica	Superficie has	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Riqueza de vertebrados
PEEC	244	5	8	60	12	85
PNM	45711	7	14	111	37	169
PNIPZ	39819	9	13	162	51	235
PNDL	1529	3	4	33	13	53
PNCA	920	6	13	32	52	103

Fuente: Granados-Sánchez et al., 2004; CONANP, 2006a; Aguilar-Miguel et al., 2007; Fernández y Domínguez, 2007; CONANP, 2012b

y el PNCA con 920 hectáreas, es menor a la que se observó en el PEEC, excepto para la clase Aves en el PNCA.

La riqueza observada en el área de estudio puede ser el resultado de los tipos de hábitat primarios y sucesionales con los que cuenta, así como por la cercanía de este espacio con manchones boscosos del PNNT y zonas de cultivo, que en conjunto sirven como refugio o corredor para las poblaciones de fauna silvestre. Margules y Usher (1981) establecen que las etapas de sucesión ecológica se relacionan con el hecho de la adaptación de la fauna silvestre a las condiciones del lugar, entendidas como: la estratificación vegetal, la variación en la altura, diámetro, densidad y forma de la copa de los árboles; la abundancia de árboles muertos en pie y de materia orgánica en descomposición en el suelo; las condiciones climáticas y microclimáticas; así como la composición florística del sotobosque que en conjunto satisfacen los requerimientos de hábitat, alimentación y reproducción de la fauna.

**Riqueza herpetofaunística.** La herpetofauna encontrada en el PEEC, corresponde al 8.96% de la riqueza reportada en el Estado de México. La presencia de anfibios estuvo relacionada con las zonas más húmedas del parque, es decir, con la vegetación riparia y con el bosque de *Cupressus-Pinus*. Mientras que los reptiles se observaron en todos los tipos de cobertura vegetal, especialmente las especies de los géneros *Sceloporus*, *Barisia* y *Crotalus*; aunque algunas especies como *Conopsis lineata*, *Storeira storerioides* y *Thamnophis scalaris* se registraron en vegetación riparia y bosque de *Cupressus-Pinus* y *Pinus-Cupressus*, dado que son especies que tienen preferencia por los ambientes húmedos (Ramírez-Bautista et al., 2009). Vega-López y Álvarez-Solórzano (1992) hacen referencia a que en ecosistemas templados los anfibios prefieren zonas con porcentajes elevados de humedad relativa como bosques de *Abies*, *Pinus* y *Pinus-Quercus* los cuales proporcionan diversos microhábitats como los troncos caídos que son utilizados especialmente por miembros de la familia Plethodontidae. Mientras que a los reptiles es común observarlos en zonas con mayor exposición solar como zonas de

pastizal y vegetación secundaria, aunque utilizan las partes bajas del dosel del bosque para resguardarse.

De acuerdo con el análisis estadístico, se puede considerar que el área de estudio fue muestreada adecuadamente, no obstante y dado que la herpetofauna encontrada presenta mayor afinidad con la zona neártica, se podrían ampliar los muestreos durante la época de lluvia y siguiendo las corrientes de agua intermitentes que bajan del Nevado de Toluca y que cruzan por el PEEC.

**Riqueza avifaunística.** Cabrera-García y Meléndez-Herrada (1999) reportan 211 aves para la región de montaña del sur de la Cuenca de México, mismo número registrado por Berlanga et al. (2008) para la región que corresponde al PNNT, lo que representa un 28.43% de la riqueza encontrada en el PEEC y el 12.63% de la riqueza de aves en el Estado de México. Las especies de la región de montaña del sur de la Cuenca de México y de la región del PNNT contemplan aves acuáticas y playeras que no podrían encontrarse en el PEEC, dado que no existen las condiciones de hábitat para estas especies.

Debido a que el grupo de las aves es el de mayor capacidad de desplazamiento sus nichos son más diversos (Álvarez et al., 1995). En el PEEC se observó la presencia de aves en todos los tipos de cobertura vegetal, esto debido a que encuentran en los diferentes estratos (herbáceo, arbustivo y forestal) las condiciones óptimas para alimentarse, perchar y/o anidar. No obstante, el tipo de cobertura que presentó mayor riqueza avifaunística fue la vegetación secundaria. Esta zona se encuentra colindante con áreas de cultivo, por lo que algunas especies de la familia Falconidae, Strigidae y Tytonidae lo encuentran adecuado para alimentarse de mamíferos pequeños, reptiles e insectos (Hamil, 2001; Machange et al., 2005). Cabrera-García y Meléndez-Herrada (1999) señalan que en la región de montaña del sur de la Cuenca de México la mayor presencia de aves se ha registrado en zonas con vegetación natural o en procesos de regeneración natural, o bien, en aquellas zonas que cuentan con estratos de vegetación heterogéneos.

Las aves son un componente importante en el ecosistema del PEEC, ya que ocupan varios niveles tróficos, que han contribuido a mantener la regeneración natural y la heterogeneidad de la vegetación. Cabe destacar que el PEEC alberga 5 especies de Strigiformes y 5 de Falconiformes, las cuales al estar por encima de la cadena trófica y necesitar de condiciones muy específicas de hábitat para poder anidar, alimentarse y reproducirse son consideradas como especies sombrilla (Hamill, 2001; Manchange et al., 2005; Padoa-Schioppa et al., 2005). Asimismo, se encontró que 15 de las 60 especies de aves presentan algún grado de endemismo, de éstas, *Xenospiza baileyi*, especie endémica de México catalogada en peligro de extinción, tanto en las normas nacionales como internacionales podría ser considerada como prioritaria para la conservación.

Dado que este es el primer estudio avifaunístico en la cara norte del PNNT y la facilidad de desplazamiento de estos organismos, se observó a *Micrathene whitneyi* como un nuevo registro altitudinal (3 200 m snm) y a *Dendroica fusca* como un nuevo registro para la zona.

De acuerdo con el análisis estadístico, el muestreo realizado en la zona de estudio fue adecuado y refleja la diversidad avifaunística del lugar, no obstante, tomando en cuenta la presencia de aves migratorias se considera la necesidad de ampliar los muestreos durante la época de otoño-invierno.

**Riqueza mastofaunística.** Los mamíferos registrados en el PEEC, representan el 8.8% de la riqueza reportada en el Estado de México y el 46.8% para la región de montaña del sur de la Cuenca de México (Monroy-Vilchis et al., 1999). Ceballos y Rodríguez (1993) establecen que el Estado de México es una de las regiones más relevantes del país en cuanto a géneros endémicos, únicamente comparable con las montañas y tierras bajas de Jalisco y Colima. De las 11 especies encontradas en el PEEC, 5 son especies endémicas y *Cratogeomys fumosus* se encuentra amenazada de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT, 2010).

El mayor número de mamíferos registrados en el PEEC, fue en la vegetación secundaria seguido por los zacatonales y el bosque de *Cupressus-Pinus*, no obstante, especies como *Mephitis macroura*, *Didelphis virginiana* y *Sciurus aureogaster* se observaron en todos los tipos de vegetación. Arita (1994) sugiere que las actividades antropogénicas, el alto porcentaje de zonas abiertas y la falta de continuidad entre los parches de vegetación son factores que afectan negativamente la presencia de mamíferos; mientras que las zonas con vegetación heterogénea incluyendo algunos cultivos benefician la presencia de estas especies. El autor establece que un alto nivel de entremezcla de tipos de parches o coberturas puede favorecer a ciertas especies y que a mayor diversidad de hábitat se puede esperar una mayor diversidad mastofaunística. Para el caso del PEEC,

la cobertura vegetal heterogénea pudo haber dado la pauta para que las especies de fauna silvestre se hayan establecido en la zona.

Tomando como referencia que el intervalo altitudinal, las condiciones del relieve y la cobertura vegetal son algunas de las variables que determinan los patrones de distribución de los mamíferos (Ceballos y Rodríguez, 1993), las especies encontradas en el PEEC presentan mayor afinidad para los climas templados y con una preferencia de hábitat hacia los bosques de coníferas. Cabe mencionar que *Canis latrans* fue avistado sólo una vez durante todo el periodo de muestreo, esto puede deberse a que esta especie fue desplazada por las jaurías de perros ferales identificadas en la zona, lo cual no sólo coloca en riesgo a los mamíferos, también al resto de la fauna silvestre.

De acuerdo con el análisis estadístico, el muestreo fue adecuado y refleja una visión general de la mastofauna presente en el PEEC; sin embargo, es necesario ampliar el esfuerzo de muestreo a mamíferos pequeños y voladores.

Considerando la historia de impacto antrópico que ha ocurrido en el PEEC, así como los problemas de hacinamiento y competencia entre árboles como consecuencia de la falta de manejo forestal, la zona de estudio cuenta con vegetación natural y diversas geoformas como cimas, laderas y valles que han generado una heterogeneidad entre los estratos vegetales, características que han permitido la adaptación de algunas especies a las condiciones del lugar. Cabe mencionar que la comunidad de vertebrados observada durante este estudio, no necesariamente constituiría a la fauna original, sino una comunidad modificada en alguna medida. Es difícil evaluar esto de manera directa ya que no existen inventarios históricos; sin embargo, es evidente que los procesos de sucesión ecológica, aunado al manejo del ecosistema han aportado las condiciones necesarias para el establecimiento de una importante riqueza de fauna silvestre.

Si bien es cierto que en los inventarios de biodiversidad a menudo resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área determinada, los estudios de riqueza específica son ampliamente utilizados como base para determinar planteamientos contemporáneos y prioridades de conservación (Magurran, 1998). Las especies identificadas en este estudio como endémicas y en alguna categoría de riesgo de acuerdo con las normas nacionales e internacionales, pueden ser consideradas como especies prioritarias para las estrategias de conservación que se pretendan realizar en el PEEC, e incluso en el PNNT.

Como puede observarse en la figura 1, el PEEC es una isla boscosa rodeada por zonas de cultivo, dentro del bosque fragmentado del PNNT; además, se encuentra a menos de 10 km de la frontera urbana. El conjunto de estos factores puede provocar la pérdida de este espacio si no se

logran conciliar los intereses biológicos y humanos. Desde el punto de vista de la conservación, Margules y Sakar (2009) establecen que es necesario emprender estrategias a escala local que permitan conocer los procesos ecológicos que determinan la estructura y dinámica de las comunidades a través del espacio y del tiempo y que puedan tener una repercusión a nivel regional.

Con base en este concepto, la riqueza observada en el PEEC ha dado la pauta para considerar a esta área como importante para la conservación de la biodiversidad, por lo que resulta prioritario fomentar la conservación, al tiempo que sea compatible con alternativas productivas. Dado que el PEEC es de tenencia ejidal y forma parte de una área natural protegida, el desarrollo del ecoturismo es una de las pocas actividades productivas y compatibles con la conservación de los recursos naturales de las ANP (SEMARNAT, 1998). Asimismo, la Organización Mundial del Turismo (2002) y la Secretaría de Turismo en México (2001) establecen que el ecoturismo es un detonante del desarrollo económico y social si se planifica y gestiona adecuadamente, ya que puede generar ingresos y empleos directos e indirectos para la comunidad, además está considerado como una herramienta excelente para la educación y conciencia ambiental y evita el cambio de uso de suelo.

El presente trabajo documenta por primera vez la riqueza específica de vertebrados en un bosque reforestado del PNNT. Dado que no existe un inventario completo sobre la riqueza de vertebrados que resguarda la zona, es indispensable emprender acciones para generarlo, pues el conocimiento de esta diversidad dará las pautas para proponer estrategias que maximicen la conservación de las especies y su hábitat.

#### Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT-233925-Beca Posgrado). Al Dr. Gustavo Casas Andreu y al Dr. CrystianSadiel Venegas Barrera, por su asesoría. Al Comisariado Ejidal de Cacalomacán por su apoyo para la realización de este proyecto. A los estudiantes Óscar López, Daniel Pichardo, Carlos Flores, Jesús Martínez, Martín Ramírez y al grupo de cordados de la generación 2007-2009 de la Facultad de Ciencias de la UAEMex por el apoyo en el trabajo de campo. A la Dirección de Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Toluca por promover el Acuerdo Operativo de Colaboración con la UAEMex para la elaboración del estudio sobre el "Conocimiento de la biodiversidad de vertebrados del PEEC". A la SEMARNAT por el otorgamiento del permiso de colecta especial SGPA/DGSV/06376/10 y a la CONANP por el respaldo durante el desarrollo del proyecto.

#### Literatura citada

- Adams, A. y I. Kerkhof. 1996. Bird diversity at mountains south of the valley of Mexico City. Tesis de maestría, Wageningen Agricultural University, Netherlands. 67 p.
- Aguilar-Miguel, X., G. Casas-Andreu, P. Cárdenas-Ramos y E. Castellano-de Rosas. 2009. Análisis espacial y conservación de los anfibios y reptiles del Estado de México. Universidad Autónoma del Estado de México. *Ciencia Ergo Sum* 16:171-180.
- Aguilar-Miguel, X. 2007. Vertebrados del Estado de México. 2a edición, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca. 224 p.
- Álvarez, B. J., M. Camarillo, J. García, N. Ortega, J. Rojas y M. Villeda. 1995. Patrones de uso de hábitat de la Avifauna capturada en los diferentes tipos de vegetación en el volcán Oololica, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, México. 17 p.
- Aranda, M. 2002. Huellas y otros rastros de mamíferos grandes y medianos de México. 2a edición, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México. 212 p.
- Arita, H. 1994. Riqueza de especies de la mastofauna en México. *In Avances en el estudio de los mamíferos de México*, R. A. Medellín y G. Ceballos (eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología. México, D. F. p. 109-128.
- Ávila, I. K. 2009. Programa Municipal de Conservación y Manejo del Parque Nacional Nevado de Toluca (Sección Toluca). Coordinación General de Medio Ambiente. H. Ayuntamiento de Toluca. Estado de México. 200 p.
- Berlanga, H., V. Rodríguez-Contreras, A. Oliveras de Ita, M. Escobar, L. Rodríguez, J. Vieira y J. Vargas. 2008. Red de conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). CONABIO; <http://avesmx.conabio.gob.mx/>; última consulta: 10.X.2011.
- Cabrera-García, L. y A. Meléndez-Herrada. 1999. Las aves de la región de montaña del sur de la Cuenca de México. *In Biodiversidad de la región de montaña del Sur de la Cuenca de México*, A. Velázquez y F. Romero (eds.). Universidad Autónoma Metropolitana/Secretaría de Medio Ambiente. México. p. 111-139.
- Ceballos, G. y P. Rodríguez. 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos de México: II Patrones de endemidad. *In Avances en el estudio de los mamíferos de México*, R. A. Medellín y G. Ceballos (eds.). Publicaciones especiales, Número 1. Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. México, D. F. p. 97-108.
- Ceballos, G., R. List, G. Garduño, R. López-Cano, M. J. Muñozcano-Quintanar, E. Collado y J. Elvin-San Román. 2009. Diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. Colección Mayor, Estado de México. 523 p.



- Ceballos, G. y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la costa de Jalisco. Fundación Ecológica de Cuixmala A.C. México, D. F. 424 p.
- Coates-Estrada, R. y A. Estrada. 1986. Manual de identificación de campo de los mamíferos de la Estación Biológica 'Los Tuxtles'. México. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 151 p.
- Colwell, R. K., C. X. Mao y J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85:2717-2727.
- Colwell, R. K. 2006. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. URL <[purl.oclc.org/estimates](http://purl.oclc.org/estimates)>.
- Collado, E. y J. Serrato. 2009. El sector forestal en la actualidad. *In* Diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado, G. Ceballos, R. List, G. Garduño, R. López-Cano, M. J. Muñozcano-Quintanar, E. Collado y J. Elvin-San Román (eds.). Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. Colección Mayor, Estado de México. p. 331-335.
- Chavés, C., G. Ceballos, R. List e I. Salazar. 2009. Mamíferos. *In* Diversidad biológica del Estado de México, Estudio de Estado, G. Ceballos, R. List, G. Garduño, R. López-Cano, M. J. Muñozcano-Quintanar, E. Collado y J. Elvin-San Román (eds.). Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. Colección Mayor, Estado de México. p. 145-153.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2011a. Regionalización. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalización/doctos/rtp\\_109.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalización/doctos/rtp_109.pdf); última consulta: 21.VII.2011.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2011b. Aves de México. <http://avesmx.conabio.gob.mx/verave?ave.html>; última consulta: 10.X.2011.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2006. Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Desierto de Los Leones. <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/download/554.pdf>; última consulta: 01.VII.2012.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2011. Listado de flora y fauna del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl-Zoquiapan. <http://iztapopo.conanp.gob.mx/pdf/Listado%20de%20especies.pdf>; última consulta: 01.XI.2011.
- Del Coro, M. y A. Valiente. 2006. Aves de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 145 p.
- Del Olmo, G. y E. Roldan. 2009. Ictéridos de México. Bruja de Monte. México, D. F. 101 p.
- Del Olmo, G., E. Roldan y E. Domínguez. 2007. Aves comunes de la ciudad de México. Bruja de Monte. México, D. F. 144 p.
- Fernández-Fernández, J. A. y J. C. López-Domínguez. 2007. Biodiversidad del Parque Nacional La Malinche. <http://biodiversidad-malinche.blogspot.mx/>; última consulta 01.VII.2012.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 246 p.
- Gaceta Universitaria Número 174, 2009. Universidad Autónoma del Estado de México. <http://www.uaemex.mx/gaceta/pdf/gacetas%202009/GacetaOrdDic09.pdf>; última consulta: 10.X.2011.
- Granados-Sánchez, D., G. F. López-Ríos, M. A. Hernández-García, A. Sánchez-González, 2004. Ecología de la fauna silvestre de la Sierra Nevada y la Sierra del Ajusco. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y ambiente* 10:111-117.
- Hamil, S. 2001. Biodiversity indicators for woodland owner. Canadian Biodiversity Institute. Canada. 20 p.
- Juárez, D., C. Estrada, M. Bustamante, Y. Quintana, J. Moreira y J. López. 2007. Guía ilustrada de pelos para la identificación de mamíferos mayores y menores de Guatemala. Guatemala: Dirección General de Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala. 107 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2008. Regiones naturales y biogeográficas de México. [http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/manual\\_regnatbiogeog\\_vs\\_enero\\_29\\_2008.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/manual_regnatbiogeog_vs_enero_29_2008.pdf); última consulta: 01-VII.2012.
- Kaufman, K. 2000. Birds of North America: a new focus on the field. Houghton Mifflin, New York. 392 p.
- López-Cano, R., G. Becerril-Zepeda, C. Benítez y S. Cuevas-Solorzano. 2009. El medio físico, biológico y social. *In* Diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado, G. Ceballos, R. List, G. Garduño, R. López-Cano, M. J. Muñozcano-Quintanar, E. Collado y J. Elvin-San Román (eds.). Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. Colección Mayor, Estado de México. p. 49-63.
- Machange, R. W. A. R. Jenkis y R. A. Navarro. 2005. Eagles as indicators of ecosystem health: Is the distribution of Martial Eagles nests in the Karoo. South Africa, influenced by variations in land use and rangeland quality? *Journal of Arid Environments* 63:223-243.
- Magurran, A. E. 1998. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.
- Margules, C. y M. B. Usher. 1981. Criteria used in assessing wildlife conservation potential: a review. *Biological Conservation* 21:79-109.
- Margules, C. y S. Sarkar. 2009. Planeación sistemática de la conservación. Cambridge University Press, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 304 p.
- Mittermeier, R. y C. Goettsch. 1992. Importancia de la diversidad biológica de México. *In* México ante los retos de la biodiversidad, J. Sarukhán y R. Dirzo (eds.). Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. D. F. p. 43-55.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T

- Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. 84 p.
- Monroy-Vilchis, O. y R. Rubio-Rodríguez. 2003. Guía de identificación de mamíferos terrestres del Estado de México, a través del pelo de guardia. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca. 115 p.
- Monroy-Vilchis, O., H. Rangel-Cordero, M. Aranda, A. Velázquez y F. Romero. 1999. Los mamíferos de hábitat templados del sur de la Cuenca de México. *In* Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México, A. Velázquez A y F. Romero (eds.) Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. Secretaría de Medio Ambiente. México. p. 141-159.
- Navarro-Sigüenza, A., A. Lira-Noriega, T. Peterson, A. Oliveras de Ita y A. Gordillo-Martínez. 2007. Diversidad y conservación de las aves. *In* Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana, I. Luna, J., J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. p. 461-485.
- National Geographic Society. 2004. National Geographic field guide to the birds of North America, 4a edición. National Geographic. Washington, D. C. 480 p.
- Núñez, G. A. 2002. Los mamíferos del orden carnívoro en Michoacán. México. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. Michoacán, Morelia. 105 p.
- Organización Mundial de Turismo. 2002. Cumbre Mundial del Ecoturismo. Informe final. Madrid, Organización Mundial del Turismo. 148 p.
- Padoa-Schioppa, E., M. Baietto, R. Massa y L. Bottoni. 2005. Bird communities as bioindicators: The focal specie concept in agricultural landscapes. Ecological indicators. <http://www.ege.fcen.uba.ar/ecoregional/Docs/teorico/2008birds%20communities%20as%20bioindicators.pdf>; última consulta 10.XI.2011.
- Peterson, R. y E. L. Chalif. 1989. Aves de México: guía de campo. Houghton Mifflin. México, D. F. 473 p.
- Pineda, M., R. Mendoza y F. Jiménez. 2009. Aves del bosque de encino de la ciudad de Puebla. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y CONABIO. Austin. 117 p.
- Preston, E. 1998. A field guide to the birds of Mexico and adjacent areas Belize, Guatemala and El Salvador, 3a edición, University of Texas. Austin. 209 p.
- Pyle, P. 1997. Identification Guide to North American birds. Part 1. Slate Creek Press, Bolinas, California. 742 p.
- Pyle, P. 2008. Identification guide to North American birds. Part 2. Slate Creek Press, Point Reyes Station, California. 2835 p.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, U. García-Vázquez, A. Leyte-Manrique y L. Canseco-Márquez. 2009. Herpetofauna del Valle de México: diversidad y conservación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 213 p.
- Rescala-Pérez, J. 2009. Historia del sector forestal. *In* Diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado. G. Ceballos, R. List, G. Garduño, R. López-Cano, M. J. Muñozcano-Quintanar, E. Collado y J. Elvin-San Román (eds.). Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. Colección Mayor, Toluca de Lerdo. p. 319-331.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. 423 p.
- Sánchez-Jasso, J. M. 2012. Estrategia para la conservación del Parque Ecológico Ejidal de Cacalomacán. Parque Nacional Nevado de Toluca. Tesis maestría, (Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales). Universidad Autónoma del Estado de México. México. 220 p.
- SEDAGRO (Secretaría de Desarrollo Agropecuario). 2010. Inventario forestal del Estado de México 2010, Protectora de bosques del Estado de México. [http://portal2.edomex.gob.mx/probosque/publicaciones/inventario\\_forestal/groups/public/documents/edomex\\_archivo/probosque\\_pdf\\_inventario10\\_1.pdf](http://portal2.edomex.gob.mx/probosque/publicaciones/inventario_forestal/groups/public/documents/edomex_archivo/probosque_pdf_inventario10_1.pdf); última consulta: 10.XII.2011.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1998. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Secretaría de Turismo. 2001. Programa Nacional de Turismo 2001-2006, México.
- Sibley, D. 2009. The Sibley guide to birds. National Audubon Society, Alfred A. Knopf, Inc. New York. 545 p.
- Toledo, V. M. y M. Ordóñez. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. *In* Biological diversity of Mexico. Origins and distribution, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Oxford University Press. Nueva York. p. 757-777.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2012. RED LIST. <http://www.uicnredlist.org/apps/redlist/search>; última consulta: 01.II.2012.
- Vega-López, A. y S. Álvarez-Solórzano. 1992. La herpetofauna de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl. Acta Zoológica Mexicana 51:1-128.
- Vega, E. y E. Peters. 2003. Conceptos generales sobre el disturbio y sus efectos en los ecosistemas. *In* Conservación de ecosistemas templados de montaña de México. O. Sánchez, E. Vega, E. Peters, O. Monroy-Vilchis (eds.). Diplomado en Conservación, manejo y aprovechamiento de vida silvestre. Instituto Nacional de Ecología/SEMARNAT. México. p. 137-151.
- Villa, R. B. y F. A. Cervantes. 2003. Los mamíferos de México. Grupo editorial Iberoamérica-Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 491 p.
- Westhoff, V. y E. Van der Maarel. 1978. The Braun-Blanquet approach. *In* Classification of plant communities, R. H. Whittaker (eds.). Dr. W. Junk. The Hague. p. 287-399.

**Apéndice.** Listado taxonómico del PEEC.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Nom-059-SEMARNAT-2010	UICN 2012	Tipo de vegetación
<b>CLASE AMPHIBIA</b>						
Orden Anura						
Scaphiropodidae	<i>Spea multiplicata</i>	Sapito				VR, BC-P, BP-C
Hylidae	<i>Hyla eximia</i>	Rana de árbol	Endémica			VR, Z, VS
	<i>Hyla plicata</i>	Rana de árbol	Endémica	A		VR
Ranidae	<i>Lithobates spectabilis</i>	Rana	Endémica			VR
Orden Caudata						
Plethodontidae	<i>Pseudoeurycea bellii</i>	Salamandra	Endémica	A	V	VR, BC-P, VS
<b>CLASE REPTILIA</b>						
Orden Squamata						
Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>	Escorpión	Endémica	Pr		Z, VS, BC-P
Prynosomatidae	<i>Sceloporus bicanthalis</i>	Lagartija	Endémica			Z, VS, BP-C, BC-P
	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija		Pr		Z, BP-C, BC-P
	<i>Sceloporus aeneus</i>	Lagartija	Endémica			Z, BP-C, BC-P
Colubridae	<i>Storeria storerioides</i>	Culebra				BC-P
	<i>Thamnophis scalaris</i>	Culebra	Endémica	A		BP-C
	<i>Conopsis lineata</i>	Culebra	Endémica			VR
Viperidae	<i>Crotalus triseriatus</i>	Víbora de cascabel	Endémica			Z, BC-P, VS
<b>CLASE AVES</b>						
Orden Apodiformes						
Trochilidae	<i>Hylocharis leucotis</i>	Chupaflor orejas blanca				BC-P, VS
Orden Caprimulgiformes						
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura				BC-P, BP-C, VS, VR, Z, C
	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras				VS, Z
Orden Columbiformes						
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola				VS, Z
	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota común				VS, Z, C
Orden Cuculiformes						
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos				VS, Z, C
Orden Falconiformes						

Apéndice. Continúa.

Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán		Pr		BC-P, BP-C, VS, VR, Z, C
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla común	Endémica	Pr		BC-P, BP-C, VS, Z, C
	<i>Falco sparverius</i>	Cemicalo americano				BC-P, BP-C, VS, VR, Z, C
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Cemicalo peregrino		Pr		BP-C, VS
	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla de Harris		Pr		BP-C, VS
Orden Galliformes						
Odontophoridae	<i>Dendrortyx macroura</i>	Gallinita de monte	Endémica	A		VS, VR, Z
Orden Passeriformes						
Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo				BC-P, BP-C, VS, Z
Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Tigrillo picogruoso	Semiendémica			BP-C, VS, Z
Corvidae	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara copetona o azulejo				BC-P, BP-C, VS, Z
	<i>Corvus corax</i>	Cuervo				Z, C
Emberezidae	<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	Pipilo				VS, Z
	<i>Oriturus superciliosus</i>	Zacatonero	Endémica			Z, VS
	<i>Junco phaeonotus</i>	Ojos de fuego	Cuasiendémica			VR, BC-P, Z, VS, C
	<i>Atlapetes pileatus</i>	Atlapetes gorriurufo	Endémica			VS, Z
	<i>Arremon virenticeps</i>	Atlapetes Rayas Verdes	Endémica			VS, Z
	<i>Xenospiza baileyi</i>	Gorrión zacatero	Endémica	Pr	EN	VS, Z
	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín				BP-C, VS, Z
	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln				VS, Z
	<i>Melospiza melodia</i>	Zorzal cantor				VS, Z
Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión común mexicano				BC-P, BP-C, VS, VR, Z, C
	<i>Carduelis psaltria</i>	Dominico				VS
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijeretera				VS, Z
Lanidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano				VS, BP-C

## Apéndice. Continúa.

Mimidae	<i>Turdus migratorius</i>	Primavera					BP-C, VS, Z
	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle					BP-C, VS, Z
	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche					BP-C, VS
	<i>Toxostoma ocellatum</i>	Cuitlacoche ocelado	Endémica				BP-C, VS
Muscicapidae	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo					VR, BC-P, BP-C
	<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal mexicano					VR, BC-P, BP-C,
	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal Cola rufa	Endémica				VR, BC-P, BP-C, Z
Parulidae	<i>Ergaticus ruber</i>	Chipe rojo	Endémica				VR, BC-P, BP-C, Z, VS
	<i>Dendroica coronata</i>	Chipe gris y amarillo					BC-P, BP-C, Z
	<i>Dendroica fusca</i>	Chipe Garganta Naranja					BC-P, BP-C, Z
	<i>Oporornis tolmiei</i>	Chipe de Tolmie			A		VR, BC-P, BP-C
	<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito selvático					VS, BC-P
	<i>Vermivora crissalis</i>	Chipe de colima	Semiendémica		Pr	NT	VR, BC-P, BP-C
	<i>Vermivora celata</i>	Chipe corona naranja					VR, BC-P, BP-C
	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe corona Negra					BC-P, VS, Z
Ptilonotidae	<i>Ptilonotus cinereus</i>	Capulínero	Cuasiendémica				BC-P, BP-C
Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo copete rojo					VR, BC-P, BP-C, VS
	<i>Regulus satrapa</i>	Reyezuelo					VR, BC-P, BP-C, VS
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Troglodita continental					BC-P, BP-C, VS, Z
Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	Papamoscas					VS, BP-C
	<i>Empidonax hammondi</i>	Mosquero					VS, Z
	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero Barranqueño					VS
	<i>Empidonax fulvifrons</i>	Mosquero					VS, Z
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenalito					BC-P, BP-C, VR, VS

**Apéndice.** Continúa.

Orden Piciformes			
Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpinterillo mexicano	BP-C
	<i>Picoides villosus</i>	Carpintero Velloso Mayor	PC-P, BP-C, VS
Orden Strigiformes			
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de granero	BC-P, B P-C, VS, VR, Z, C
Strigidae	<i>Aegolius acadicus</i>	Tecolotico	BC-P, B P-C, Z
	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	BC-P, B P-C, VR, Z
	<i>Micrathene whitneyi</i>	Búho elfo	Semiendémica BC-P, Z, VS
	<i>Otus flammeolus</i>	Tecolote rayado	Semiendémica B P-C, VS
CLASE MAMMALIA			
Orden Carnivora			
Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	Z
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	VS, BC-P
Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	VS, VR
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Hurón	VS, BP-C
Orden Cingulata			
Dasypodidae	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	VS, BC-P
Orden Didelphimorpha			
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	VS, VR, BC-P
Orden Lagomorpha			
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo silvestre	Endémica Z, VS
	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	Endémica Z, BC-P
Orden Rodentia			
Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla de árbol	BC-P-BP-C
Geomyidae	<i>Cratogeomys merriami</i>	Tuza	Endémica Z, BC-P
	<i>Cratogeomys fumosus</i>	Tuza	Endémica A Z, BC-P
Muridae	<i>Neotomodon alstoni</i>	Ratón	Endémica VS, BP-C

NOM-ECOL-059-2010: A, amenazada. Pr, protección especial. E, peligro de extinción.

UICN, 2012: V, vulnerable. EN, en peligro. NT, cerca de amenaza.

Hábitat: VR, vegetación riparia. Z, zacatonal. VS, vegetación secundaria. BP-C, bosque de *Pinus-Cupressus*. BC-P, bosque de *Cupressus-Pinus*. C, cultivo.