



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

Estudio Herpetofaunístico en Nogales, Veracruz

Tesis que para obtener el título de: Biólogo

Presenta:

Maximiliano Monroy Sánchez

Director de tesis:

Dr. Uri Omar García Vázquez

Ciudad de México. 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**Estudio
Herpetofaunístico
en Nogales,
Veracruz**

Maximiliano Monroy Sánchez



*Sé que la duda es uno de los nombres de la inteligencia,
mi semblante de estudiante es en esencia ser feliz,
siendo el eterno postulante, el eterno aprendiz.*

El Cuarteto de Nos, El Aprendiz.



Agradecimientos

Doy gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por brindarme la oportunidad y las herramientas necesarias para poder formarme académicamente dentro de sus instalaciones.

A las autoridades municipales de Nogales, Veracruz y el Instituto Lorancai, por todo el apoyo logístico brindado para llevar a cabo este trabajo.

Parte del financiamiento para el presente trabajo se realizó gracias al apoyo otorgado por la Dirección General de Apoyo al Personal Académico, Universidad Nacional Autónoma de México a Uri Omar García Vázquez (proyectos PAPIIT-IN 221016 y 216619), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT A1-S-37838).

Agradezco a mi tutor Dr. Uri Omar García Vázquez y a mi jurado: Dr. Manuel Feria Ortiz, Dr. Gabriel Gutiérrez Granados, Dr. David Nahum Espinosa y M. en C. Genaro Montaña Arias, por la revisión de este trabajo y por sus valiosos comentarios.



Agradecimientos personales

No me sería posible enlistar a todas y cada una de las personas que han estado directa o indirectamente relacionadas con la realización de mi carrera universitaria, por lo que me limitaré a agradecer por grupos. En primera instancia agradezco a toda mi familia por el amor, confianza y recursos que cada uno de ellos me ha brindado a lo largo de la carrera y durante toda mi vida. Menciono especialmente a mis padres, Irma y Raúl; a mis hermanas Grecia y Mariana; a mis abuelos maternos (Eva y Simón) y paternos (Carlota y Raúl); y a todas mis tías. Sus inagotables acciones de amor, cualidades y enseñanzas son piezas fundamentales que formaron y siguen formando a mi persona.

Quiero agradecer también a mis amigas, esas personas maravillosas que he tenido la fortuna de encontrar a lo largo de mi camino académico. Sus distintas personalidades y formas de ver la vida me permiten ampliar mi visión de las cosas. Gracias porque sin su ayuda no hubiera podido terminar en tiempo y forma todos mis años escolares. Todas mis experiencias y momentos significativos desde la niñez, tanto escolares como personales, he podido disfrutarlos y compartirlos con

ellas. Agradezco especialmente a Nadia, Ángela, Lizbeth, Karla, Jazmín, Victoria y Paulina, por crecer conmigo y por los momentos felices que he vivido y espero seguir viviendo a su lado.

Agradezco a mi tutor Uri, por compartir conmigo sus conocimientos, por la confianza que tuvo en mí para realizar esta tesis, por toda su paciencia para corregir y explicar mis errores, y por sus atinados comentarios sarcásticos que me hacían investigar por mi cuenta antes de hacerle cualquier pregunta.

Al biólogo Miguel Ángel de la Torre Loranca por recibirnos y guiarnos durante las salidas a campo, por sus oportunas e importantes colectas y por las fotografías proporcionadas.

A Rodo, por recibirnos en su casa y por su infinita hospitalidad y ayuda en las salidas a campo. A los guías y a las personas que nos recibieron en sus hogares y compartieron comida con nosotros en Nogales.

A los estudiantes del laboratorio de Sistemática Molecular de la FES Zaragoza, por su ayuda y conocimientos en el trabajo de campo, especialmente a Paulina y Mabel, por hacer el trabajo y cansancio más llevadero con su compañía.

Finalmente agradezco a todos los organismos colectados durante las salidas a campo, por todo la información y conocimiento que obtenemos gracias a ellos.

Índice

Resumen	1
Introducción	3
Marco teórico	5
Antecedentes	7
Justificación	11
Objetivo general	13
Objetivos particulares	13
Área de estudio	15
Método	19
Recolecta	19
Análisis de datos	21
Lista de especies	21
Riqueza específica	21
Curva de acumulación de especies	22
Diversidad Alfa	23
Abundancia	24
Análisis de la distribución	24
Diversidad Beta	25
Diversidad Gamma	26
Guía de campo	27



Resultados	29
Composición de la herpetofauna	29
Lista de especies y estado de conservación	29
Riqueza de las familias de anfibios y reptiles	33
Curva de acumulación de especies	34
Diversidad Alfa	35
Tipos de vegetación	35
Localidades de recolecta	35
Abundancia	36
Distribución por tipo de vegetación	36
Utilización del microhábitat	41
Distribución altitudinal	41
Diversidad Beta	42
Índice de Whittaker	42
Índice de Sorensen cuantitativo	44
Índice de complementariedad	45
Diversidad Gamma	46
Discusión	47
Composición de la herpetofauna	47
Conservación y endemismo	48
Curva de acumulación de especies	49
Diversidad Alfa	50
Abundancia	51
Distribución por tipo de vegetación	52
Utilización del microhábitat	53
Distribución altitudinal	54
Diversidad Beta	54
Diversidad Gamma	55
Conclusiones	57
Literatura citada	59
Anexo I – Guía de campo de los anfibios y reptiles del municipio de Nogales, Veracruz	69



Resumen

Se determinó la diversidad y distribución por localidad y tipos de vegetación de la herpetofauna en el municipio de Nogales, Veracruz, así como el uso del microhábitat y la abundancia de los organismos. Se llevaron a cabo siete muestreos durante un año, además se ocuparon datos bibliográficos y de organismos recolectados en fechas diferentes a las salidas de campo, con lo que se registraron 46 especies (15 anfibios y 31 reptiles) que pertenecen a 15 familias y 36 géneros, de las cuales 10 son endémicas de México y tres se distribuyen sólo en Veracruz. Se menciona una especie que constituye un nuevo registro para el estado y otra como nuevo registro para el bosque de pino-encino en el Pico de Orizaba. La mayoría de las especies se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-2010 y la lista roja de la IUCN. La curva de acumulación de especies con estimadores no paramétricos indica que hace falta un mayor esfuerzo de muestreo para alcanzar la asíntota, se registraron entre el 72.50% y 83.42% del total de especies según los estimadores. Los suelos de uso antropogénico fueron los que tienden a presentar un mayor número de especies efectivas (12.26) y para las localidades fue Palo Verde (14.25). Los índices de diversidad beta en general indican que existe una alta diferencia de especies entre los tipos de vegetación y localidades de recolecta. Se registraron 283 organismos, de los cuales 78 fueron anfibios y 206 reptiles, la mayoría de las especies

se catalogaron como raras. El microhábitat más explotado por los anfibios fue el ripario, mientras que el terrestre fue más utilizado por los reptiles, la mayoría de las especies ocuparon sólo un microhábitat. El tipo de vegetación con una tendencia a tener mayor número de especies fue el bosque mesófilo de montaña (BMM) con 17 especies, seguido de los suelos de uso antropogénico con 16. La mayor parte de las especies de anfibios y reptiles presentaron una distribución altitudinal restringida (76.92% anfibios y 50.00% reptiles). El municipio de Nogales cuenta con una alta diversidad de anfibios y reptiles que están en riesgo debido a factores antropogénicos como la deforestación, la contaminación de ríos y la muerte de los animales por parte de los habitantes de las localidades, por lo que se recomienda realizar planes de manejo y estrategias de conservación en el municipio.



Introducción

Al estar ubicado entre la región neártica y neotropical, México cuenta con una posición geográfica inmejorable y, por tanto, es un corredor biológico con una importante diversidad de flora y fauna (Morrone y Márquez, 2008). Para estudiar adecuadamente esta biodiversidad es pertinente reconocer qué elementos o entidades la componen, así como los factores que influyen en ella, como pueden ser la deforestación, el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación de especies y el cambio climático. Estos factores hacen necesaria la elaboración y actualización constante de inventarios faunísticos, los cuales facilitan la descripción, conocimiento de la estructura y función de las especies presentes en una zona determinada, además de que aportan datos para su aplicación en el uso, manejo y conservación de los recursos naturales (Cardona-Botero *et al.*, 2012).

La separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad para comprender los cambios de la biodiversidad en relación con la estructura del paisaje, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea; la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje; y la diversidad gamma es la riqueza de especies del

conjunto de comunidades que integran un paisaje, que resulta tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Whittaker, 1972).

Es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), con el fin de conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y de ese modo monitorear el efecto de los cambios en el ambiente, poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local (Moreno, 2001).

Por sus factores biogeográficos, de comportamiento y ecológicos, los anfibios y reptiles resultan indispensables para el buen funcionamiento de los ecosistemas naturales y se les ha catalogado como organismos modelo (Ramírez-Bautista, 2004). El estado de Veracruz es el tercer estado con mayor diversidad de herpetofauna de México, lo cual se explica por su amplia variedad de climas, topografía y orografía. De hecho, en este estado se encuentra la mayoría de los tipos de vegetación que existen en el país (Morales-Mávila y Suárez-Domínguez, 2010). En Veracruz se han registrado 64 especies endémicas a México de anfibios y 85 de reptiles, de las cuales 37 anfibios y 17 reptiles son exclusivas de Veracruz (Morales-Mávila *et al.*, 2011; Guzmán-Guzmán *et al.*, 2011). Todo esto hace que el estudio de reptiles y anfibios sea de gran importancia para el estado.

La región montañosa de la parte centro-oriental de Veracruz es conocida por su alto grado de diversidad y endemismo de especies, principalmente de anfibios (Juárez-Ramírez *et al.*, 2016). Los tipos de vegetación presentes en esta región son el bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque mesófilo de montaña, selva mediana subperennifolia y pastizal. Sin embargo, debido a la deforestación y las actividades antropogénicas, estos tipos de vegetación se han reducido (Vázquez-Torres *et al.*, 2010). Gran parte del municipio de Nogales forma parte del Parque Nacional Cañón del Río Blanco, un Área Natural Protegida (ANP) que a su vez está contenida en el área fisiográfica Alpina de Orizaba (Almaráz-Vidal y Cerón-De la Luz, 2016). A pesar de encontrarse en un ANP, Nogales presenta gran deforestación, puesto que pobladores de las localidades rurales usan los árboles maderables para hacer muebles y venderlos en las ciudades cercanas; otros más cortan árboles para hacer leña de autoconsumo (SEDESOL, 2011). Esta deforestación podría provocar un declive en las poblaciones de algunas especies de anfibios en Veracruz (Lips *et al.*, 2004).

La zona montañosa central ha sido de gran interés para los especialistas y, aunque en los últimos años las investigaciones en esta región se han incrementado, los estudios sobre la riqueza y diversidad de reptiles han sido muy heterogéneos, por lo que aún quedan varias áreas del estado



que no han sido estudiadas (Morales-Mávila *et al.*, 2011). Tal es el caso del municipio de Nogales, en donde no se conoce el número preciso de especies de anfibios y reptiles. Esta falta de estudios, aunado a la reducción del hábitat, la sobreexplotación de especies para consumo de carne o huevos, el sacrificio por temor, muchas veces injustificado, así como el comercio ilegal (Morales-Mávila *et al.*, 2011), hace necesario generar conocimiento sobre la diversidad y distribución de la herpetofauna en este municipio.

Marco teórico

Los anfibios son vertebrados que presentan características comunes en su morfología externa, estas son: piel lisa y muy vascularizada sin protección de escamas, plumas o pelo, lo que facilita el intercambio de gases, e incluye glándulas mucosas y lechosas que humectan la piel y secretan toxinas; así como huevos sin membranas extraembrionarias que dependen de ambientes húmedos para evitar la desecación (Parra-Olea *et al.*, 2014).

Los anfibios actuales se clasifican en tres órdenes: Anura (ranas y sapos), Caudata (salamandras y tritones) y Gymnophiona (cecilias) (Halliday y Adler, 2007). México contaba hasta el 2014, con 376 especies de anfibios que se distribuyen en 54 géneros y 16 familias, lo que conforma el 5.23% de la riqueza mundial. Esto posiciona a México como el quinto país en riqueza de anfibios. De estas especies, 237 son ranas, 137 salamandras y dos cecilias. El estado de Oaxaca es el más diverso (140), mientras que los estados de Chiapas (100) y Veracruz (96) ocupan el segundo y tercer lugar, respectivamente (Parra-Olea *et al.*, 2014).

En cuanto a los reptiles, se sabe que no forman un grupo natural, ya que los cocodrilos comparten varias sinapomorfias con las aves que no presentan otros reptiles, por lo que actualmente se incluyen a las aves dentro de la clase Reptilia, sin embargo, debido a su biología y forma de estudio diferente al de los anfibios y reptiles, no se toman en cuenta para los estudios herpetológicos (Sues, 2019). Se ha definido a los reptiles vivientes como amniotas; con carencia de glándulas en el tegumento y poca vascularización. Asimismo, presentan las siguientes características: escamas epidérmicas; osteodermos (en algunas especies); garras en los dedos, generalmente pentadáctilos, con cuatro extremidades, aunque algunos grupos presentan reducción o pérdida de las mismas; sin paladar secundario (excepto en cocodrilos; con un cóndilo occipital; con atlas y axis; presencia de caja torácica (la cual puede estar modificada en tortugas); fecundación interna; órganos copulado-

res (excepto en tuátaras); y corazón tricavitario (excepto en cocodrilos) (Vitt y Caldwell, 2014). Dado que existe desacuerdo en cómo clasificar a los grupos mayores de reptiles, se ha propuesto no asignarles categoría linneana (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014). Los grupos de reptiles no aves que se reconocen son Rhyncocephalia (tuátaras), Squamata (lagartijas, serpientes y anfisbénidos), Testudines (tortugas) y Crocodylia (cocodrilos) (The Reptile Database, 2020).

Hasta el 2014, en México se conocían 864 especies de reptiles, distribuidas en 159 géneros y 40 familias que representan el 8.7% de los reptiles del mundo. De estas especies, 417 son lagartijas, 393 serpientes, 48 tortugas, tres anfisbénidos y tres cocodrilos. Los estados con un mayor número de especies son Oaxaca (262), Chiapas (220) y Veracruz (200) (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014).



Antecedentes

Entre los trabajos más destacados de la herpetofauna del estado de Veracruz se tiene el de Pelcastre-Villafuerte y Flores-Villela (1992), quienes elaboraron una lista de especies para el estado donde reportan 214 especies de anfibios y reptiles. Flores-Villela (1998b) creó una base de datos con los registros de recolecta que se tenían para el estado, con un total de 249 especies. Por su parte, Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006) reportan 357 especies de anfibios y reptiles para Veracruz.

Posteriormente, en una recopilación de datos para la biodiversidad del país, Llorente-Bousquets y Ocegueda (2008) reportan 323 especies de anfibios y reptiles para el estado. Guzmán-Guzmán *et al.* (2011) y Morales-Mávila *et al.* (2011), reportan 103 especies de anfibios y 220 de reptiles para Veracruz.

Cabrera-Guzmán (2005) registra 12 especies de anfibios y 26 de reptiles en pequeños fragmentos de bosque tropical perennifolio y en áreas de referencia más grandes dentro de la región de Los Tuxtlas. La mayor similitud de especies la reportó entre los fragmentos de bosque, mientras que hubo una mayor complementariedad entre estos y las áreas de referencia. Además, describió el uso del microhábitat, el cual difirió entre los sitios; los reptiles ocuparon una mayor variedad de microhábitats que los anfibios.

En sitios de potrero, borde e interior de fragmentos de selva alta perennifolia en los Tuxtlas, Urbina-Cardona y Reynoso (2005) determinaron que el mayor grado de recambio de especies de anfibios (21) y reptiles (33) se dio entre los potreros y el interior de la selva, mientras que el borde se complementa más con los potreros. También reportan que el microhábitat más común para los anfibios y reptiles es el arborícola y el terrestre, respectivamente. Posteriormente, Urbina-Cardona y Reynoso (2017) describieron el uso del microhábitat de 17 especies de anfibios y 31 de reptiles encontrados en 2120 microhábitats en fragmentos de selva alta perennifolia en la región de Los Tuxtlas.

Aguilar-López y Canseco-Márquez (2006) registran un total de 80 especies, de las cuales 23 son anfibios y 57 reptiles, en cinco tipos de vegetación del municipio de Las Choapas, al sur de Veracruz, con el potrero como la vegetación en donde se encontró un mayor número de especies (48). El microhábitat más utilizado fue el terrestre (60%) y el menos usado fue el ripario (1%).

En cuanto a trabajos realizados en la región montañosa de Veracruz, se puede destacar el de Almaráz-Vidal y Cerón-De la Luz (2016), en el cual reportan 191 especies de anfibios y reptiles para la zona centro-oriental de Veracruz.

Vázquez-Cisneros (2006) compara la herpetofauna de dos áreas perturbadas en el municipio de Córdoba, Veracruz, en donde reporta seis especies de anfibios y 30 de reptiles. La similitud entre las áreas fue del 56% con el índice de Sorensen.

Murrieta-Galindo (2007) registra 22 especies de anfibios, divididas en ocho familias dentro de cafetales en los municipios de Coatepec, Xico, Teocelo y Huatusco, en la zona centro de Veracruz. Además, mide la similitud entre los cafetales y fragmentos de bosque mesófilo de montaña, con una similitud promedio menor entre los cafetales y el bosque mesófilo, lo que sugiere un alto recambio de especies.

González-Romero y Murrieta-Galindo (2008) compararon la diversidad y composición de herpetofauna en diferentes tipos de cafetales y bosque mesófilo de montaña en los municipios de Xalapa, Coatepec, Xico, Teocelo y Huatusco. Registran 38 especies, de las cuales 19 complementan una tasa de recambio y una similitud promedio menor entre los cafetales y el bosque mesófilo de montaña.

Cerón-De la Luz (2010) reporta para el municipio de Ixtaczoquitlán en la región de las altas montañas, 12 especies de anfibios en seis familias y 21 especies de reptiles en 10 familias, en relictos de selva mediana subperennifolia. Posteriormente, Cerón-de la Luz *et al.* (2016) mediante



recolectas y datos bibliográficos, reportaron 78 especies de anfibios (28) y reptiles (50) para el Valle de Cuautlapan, ubicado entre la ciudad de Orizaba y Córdoba.

Vásquez-Cruz (2015) reporta 18 especies de anfibios y 27 de reptiles para la colonia Agrícola Rincón de las Flores, Tezonapa, con tipos de vegetación de selva mediana subperennifolia y cultivos de café, plátano y maíz.

Juárez-Ramírez *et al.* (2016) reportan 10 especies de salamandras y cinco de ranas encontradas en bosque de pino-encino, potreros y cultivos de papa, maíz y plátano, en Áreas Naturales Protegidas de la región montañosa de Veracruz, específicamente en los municipios de Las Vigas de Ramírez, Altotonga y Perote.

Pérez-Sato *et al.* (2018) registraron 21 especies de reptiles y anfibios para tres localidades del municipio de Amatlán de Los Reyes.

Para el Parque Nacional Cañón del Río Blanco, Canfield-Limón (2009) recopiló datos bibliográficos y de recolecta en algunas localidades dentro del Parque Nacional y reporta 147 especies de anfibios y reptiles.



Justificación

Debido a que no se ha realizado ningún estudio sistemático de la diversidad de la herpetofauna en el municipio de Nogales, el número de especies de anfibios y reptiles que ahí habitan no se conoce. Esta falta de estudios, aunado a la reducción del hábitat, la sobreexplotación de especies, el sacrificio por temor excesivo, así como el comercio ilegal (Morales-Mávil *et al.*, 2011), hace necesario generar conocimiento sobre la diversidad y distribución de la herpetofauna en este municipio. El presente estudio representa el primer trabajo sistemático para conocer la diversidad de anfibios y reptiles en el municipio de Nogales. Por tanto, además de ser un aporte al conocimiento de estos grupos, pretende servir como base para la implementación de estrategias de manejo y conservación en el municipio y en la región montañosa de Veracruz.



Objetivo general

Caracterizar la diversidad y distribución de la herpetofauna en el municipio de Nogales, Veracruz.

Objetivos particulares

- Elaborar una lista de las especies de anfibios y reptiles presentes en la zona de estudio.
- Categorizar el nivel de conservación de las especies encontradas.
- Describir la distribución de la herpetofauna por tipo de vegetación y altitud.
- Determinar la utilización de los microhábitats por las especies de anfibios y reptiles.
- Estimar el recambio de especies entre los tipos de vegetación y localidades de recolecta.
- Elaborar una guía de campo con las especies registradas en el municipio.



Área de estudio

La mayor parte del municipio de Nogales se encuentra en el Parque Nacional del Río Blanco, dentro de la región centro-oriental montañosa del estado de Veracruz (Fig. 1), misma que a su vez está comprendida en la Faja Volcánica Transmexicana (Almaráz-Vidal y Cerón-De la Luz, 2016). Colinda al norte con los municipios de Maltrata e Ixhuatlancillo, al este con los municipios de Ixhuatlancillo, Río Blanco, Huiloapan de Cuauhtémoc y Camerino Z. Mendoza; al sur con los municipios de Camerino Z. Mendoza, Soledad Atzompa y Acultzingo; y al oeste con los municipios de Acultzingo y Maltrata (INEGI, 2009).

Se ubica entre los paralelos 18°45' y 18° 54' latitud norte y los meridianos 97° 09' y 97° 15' longitud oeste; con una altitud de entre 1200 y 2500 m.s.n.m.

Tiene una temperatura que va de los 12 a los 20° C y en invierno puede bajar hasta los 0° C, con una precipitación anual de 900 a 1300 mm. Los climas presentes en el municipio son el semi-cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (44%), templado húmedo con abundantes lluvias en verano (31%), templado subhúmedo con lluvias en verano (15%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano (10%) (INEGI, 2009). El municipio cuenta con cinco tipos principales de vegetación. El bosque mesófilo de montaña, que se encuentra en las partes altas del municipio; el bosque

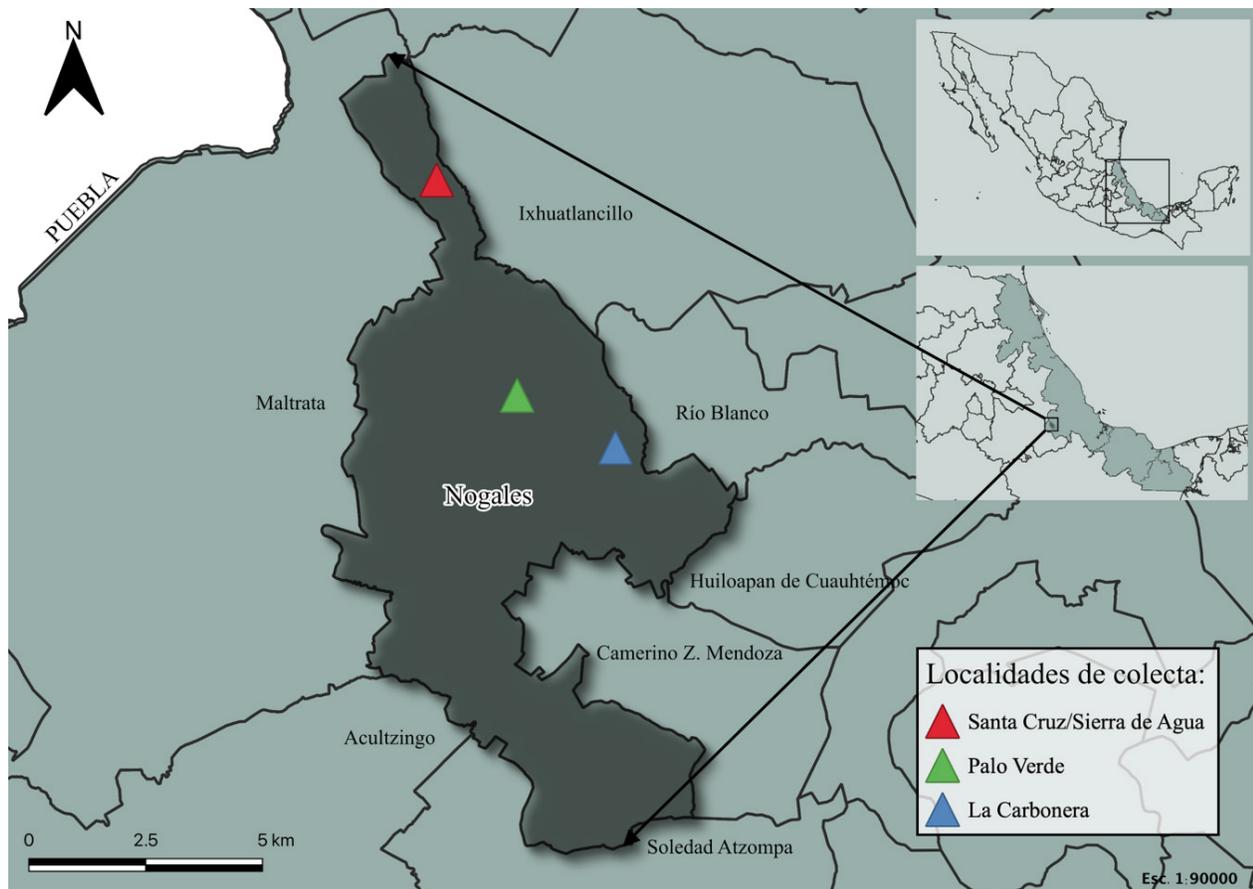


Figura 1. Área de estudio, municipio de Nogales, Veracruz (INEGI, 2009).



Figura 2. Bosque de pino-encino, Santa Cruz.



de pino-encino que se establece en las laderas de sotavento, por lo que se trata de un bosque seco en las partes más bajas y más húmedo en las partes altas; la vegetación secundaria se extiende desde el cañón de La Carbonera hasta su transición en bosque mesófilo de montaña hacia Palo Verde; el bosque de galería se encuentra a las orillas de los cuerpos de agua del municipio; y el pastizal inducido para cultivo se encuentra en todo el municipio (Rivera-Hernández, 2015).

Las recolectas se llevaron a cabo en las localidades de Santa Cruz/Sierra de Agua, Palo Verde y La Carbonera, las cuales fueron elegidas para poder abarcar los diferentes ambientes que se encuentran en el municipio, debido a que cada una presenta un rango altitudinal y tipos de vegetación diferentes:

- Santa Cruz/Sierra de Agua: se localiza en las partes más altas del municipio, a una altitud que oscila entre 2027-2651 m.s.n.m. El tipo de vegetación predominante es el bosque de pino-encino, por lo que se tomó como característico de la localidad, aunque también puede encontrarse bosque de galería y suelos de uso antropogénico (Fig. 2).
- Palo Verde: el rango de altitud registrado va desde los 1801 a los 2096 m.s.n.m. El tipo de vegetación característico es el bosque mesófilo de montaña; también presenta suelos de uso antropogénico (Fig. 3).

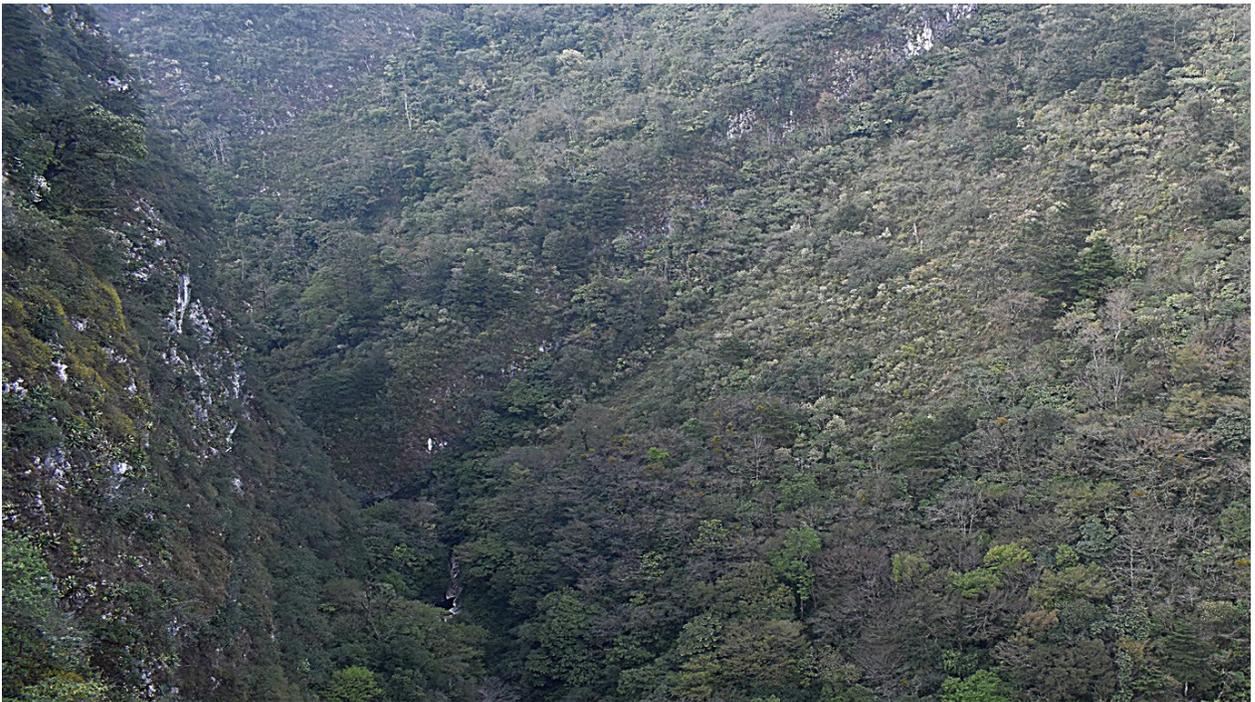


Figura 3. Bosque mesófilo de montaña en Palo Verde, visto desde La Piedra del Águila.

- La Carbonera: se encuentra en las partes bajas de Nogales, cerca del centro del municipio, con altitudes de 1328 a 1807 m.s.n.m. Los tipos de vegetación presentes son el bosque de galería, la vegetación secundaria y los suelos de uso antropogénico (Fig. 4).



Figura 4. La Carbonera, vista a nivel del río.



Método

Recolecta

Entre octubre de 2018 y enero de 2020 se realizaron siete muestreos cada dos meses, de siete días de duración cada uno, con excepción de la primera salida en octubre que tuvo una duración de tres días. Se muestrearon dos localidades por salida, de modo que el esfuerzo de muestreo fuera similar en cada localidad; en Palo Verde se llevaron a cabo cuatro muestreos, mientras que en Santa Cruz/Sierra de Agua y La Carbonera se realizaron cinco muestreos.

Las recolectas se realizaron en dos horarios para abarcar todo el rango de actividad de los organismos, de 09:00 a 16:00 y de 18:00 a 23:00 hrs. Se buscó en los diferentes microhábitats en donde se conoce que es más probable encontrar a los organismos, como debajo de rocas, entre la hojarasca, grietas, sobre ramas, troncos caídos, etc (Casas-Andreu *et al.*, 1991).

En caso de que un organismo se encontrara en un lugar de difícil acceso o de riesgo para el colector, se procedió a fotografiar al animal y hacer el registro visual. Para la captura de los organismos se utilizaron diferentes métodos. En el caso de las lagartijas se hizo la captura manual si el organismo estaba en un lugar accesible, de no ser el caso, se utilizaron ligas para desbalancear a los

individuos, o lazada, que consiste en una cuerda delgada sujeta al extremo de una caña de pescar (Casas-Andreu *et al.*, 1991). Por otro lado, para un mejor manejo y una recolecta segura, la captura de las serpientes fue con ayuda de ganchos herpetológicos. Se colocaron también dos trampas de desvío por muestreo, en lugares donde se creía probable que pasaran los organismos deseados, además de una trampa para tortugas con cebo de atún en partes de los ríos con aproximadamente un metro de profundidad (Casas-Andreu *et al.*, 1991).

En cuanto a los anfibios, la captura se realizó de forma manual; con ayuda de lámparas se apuntó a los organismos, acción que los deslumbra y provoca que queden inmóviles para que su captura sea más sencilla (Casas-Andreu *et al.*, 1991). Los renacuajos se recolectaron con redes pequeñas y se depositaron en bolsas de plástico con agua del lugar en donde se recolectaron.

Una vez capturados, los organismos pequeños se colocaron dentro de bolsas de plástico con sustrato de donde fueron encontrados y con suficiente aire para mantenerlos vivos; los organismos más grandes fueron transportados en sacos de tela. Para cada organismo se anotó: la fecha, localidad, coordenadas, altitud, tipo de vegetación, microhábitat al momento de la captura, género, nombre del colector, hora de la captura, algún rasgo característico (en caso de ser necesario) y su respectiva etiqueta para posterior identificación (Casas-Andreu *et al.*, 1991).

Durante los muestreos, se recolectaron máximo tres individuos de la misma especie por cada localidad muestreada. Después de haber recolectado este número de organismos, sólo se hizo su registro y se liberaron con la finalidad de causar el menor impacto posible a las comunidades de estos vertebrados. Los organismos de los que se tuvo duda respecto a su taxonomía fueron recolectados para su identificación en el laboratorio. Los organismos recolectados se sacrificaron con sobredosis de anestésico (lidocaína), para después extraerles tejido hepático o muscular. El tejido se depositó en tubos de microcentrífuga con alcohol de grado molecular ($\geq 99.00\%$), los cuales se etiquetaron con el mismo número del organismo al que se le extrajo la muestra y se añadieron a la colección de tejidos de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

Para su preservación, en el caso de lagartijas y anfibios se colocó una etiqueta con las siglas del colector y el número de recolecta en la pata izquierda, arriba de la rodilla, mientras que en las serpientes se colocó en el segundo tercio del cuerpo. Posteriormente se fijaron a los organismos con formol al 10%. A las lagartijas se les inyectó formol en las extremidades, abdomen y en la base de la cola para exponer los hemipenes en el caso de los machos. A las serpientes se les inyectó el formol a lo largo de todo el cuerpo y, en caso de que fueran venenosas, en la boca, con el fin de



desnaturalizar las proteínas del veneno. A los anfibios, debido a su piel permeable, no fue necesario inyectarlos, salvo a algunos organismo de mayor tamaño.

Después de esto, se colocaron a los organismos en un recipiente con una cama de servilletas humedecidas con formol al 10%. Las lagartijas y anfibios se colocaron con las patas en forma de “L” con los dedos extendidos. A las lagartijas se les dobló la cola, mientras que las serpientes fueron enrolladas. Finalmente se colocó otra capa de servilletas humedecidas con formol al 10%. Después de siete días se enjuagaron con agua y se depositaron en recipientes que contuvieran alcohol al 70% (Casas-Andreu *et al.*, 1991).

Para la identificación de los organismos se utilizaron las claves taxonómicas de Casas-Andreu y MacCoy-Clarence (1979) para los géneros, y para las especies la recopilación de claves taxonómicas de Flores-Villela *et al.* (1995), además de claves específicas para cada grupo o género. Posteriormente se ingresaron a la colección herpetológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (MZFZ).

Análisis de datos

Lista de especies

Se realizó una lista con todas las especies registradas durante el estudio, además se hizo una búsqueda bibliográfica y se incluyeron especies que estaban depositadas en la colección herpetológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (MZFZ), finalmente, se incluyeron también ejemplares recolectados por personas de las localidades en fechas diferentes a las salidas de muestreo. Cabe mencionar que para los análisis de diversidad se utilizaron únicamente los registros obtenidos durante las salidas a campo y los demás sólo se utilizaron para representar la riqueza de especies en el área de estudio y no se tomaron en cuenta para los análisis de diversidad, estos se encuentran marcados con un asterisco (*) en el Cuadro 2, en el cual se indicó el nombre científico, si es endémica para el país o estado y el estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019) y con la lista roja de la IUCN de especies amenazadas (IUCN, 2020).

Riqueza específica (S)

Para determinar la riqueza específica se contó el número de especies registradas, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en un área (Moreno, 2001).

Curva de acumulación de especies

Para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo y conocer qué tan efectivo fue el trabajo de campo, se realizó una curva de acumulación de especies, la cual representa cómo el número de especies se va acumulando en función del número de muestras (Villareal *et al.*, 2004).

Se probaron tres modelos para determinar cuál se ajustaba mejor a los datos:

- **Modelo logarítmico:** Conforme la lista de especies aumenta, la probabilidad de añadir una nueva especie a la lista en cierto intervalo de tiempo disminuye proporcionalmente con el tamaño actual de la lista. Se utiliza cuando la región donde se hace el muestreo es grande o los taxones son poco conocidos, de forma que la probabilidad de encontrar una nueva especie nunca será cero (Soberón y Llorente, 1993).

$$\text{Logarítmico: } S_t = (1/z) * [\ln(1+z at)]$$

- **Modelo exponencial:** a medida que la lista de especies crece, la probabilidad de añadir una especie disminuye de forma exponencial (Soberón y Llorente, 1993).

$$\text{Exponencial: } S_t = (a/b) * [1 - \exp(-bt)]$$

- **Modelo de Clench:** la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará hasta un máximo entre más tiempo se estudie en campo (Soberón y Llorente, 1993).

$$\text{Clench: } S_t = (at)/(1+bt)$$

Donde:

S_t = número de especies estimado.

a = ordenada al origen (intercepción con el eje Y) = tasa de incremento de la lista al inicio del muestreo.

b = un parámetro relacionado con la forma de la curva.

t = número acumulativo de especies recolectadas (esfuerzo de recolecta)

$$z = 1 - \exp(-b)$$

Se construyó una matriz de datos en Excel 16.40 (2016) con las especies y las unidades de muestreo (cantidad de muestreos en campo), se cargó esta matriz en el programa Estimates 9.1.0 (Colwell, 2013), en donde se aleatorizó 1000 veces el orden de entrada de las especies para evitar sesgos en los datos. De la tabla resultante, se utilizaron las columnas del número de muestras y el número de especies promedio acumuladas y se exportaron estos datos al programa Statistica 10.0 (StatSoft, 2011), en donde se ajustaron con el método de ajuste Simplex y Quasi-Newton que, de acuerdo con Jiménez-Valverde y Hortal (2003) es uno de los métodos más robustos. Se probaron



los tres modelos descritos anteriormente (Logarítmico, Exponencial y Clench) y se eligió el que mejor se ajustara a los datos mediante la proporción de varianza estimada (R^2), que toma valores de 0 a 1, siendo el modelo que tiene un valor más cercano a uno el que mejor se ajusta a los datos (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), posteriormente se graficó la curva en Excel 16.40 (2016).

También se utilizaron algoritmos que emplean proporciones de especies raras (*singletons* y *doubletons*, que aparecen en una y dos muestras respectivamente), en el supuesto de que cuando estas líneas se cruzan el inventario está completo (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Adicionalmente se utilizaron estimadores no paramétricos (Chao 1, Bootstrap y ACE) para conocer el número de especies esperadas. Se utilizaron debido a que estos no asumen un tipo de distribución particular ni una serie de supuestos *a priori*, pues no todos los individuos tienen la misma probabilidad de pertenecer a una especie determinada, ya que hay especies comunes y raras (Escalante-Espinosa, 2003).

Diversidad alfa

Para determinar la diversidad de especies para los tipos vegetación y las localidades de recolecta en el municipio, se utilizaron los números efectivos, lo que permitió obtener una interpretación unificada de la diversidad de especies, mediante la fórmula:

$${}^qD = \left(\sum_{i=1}^S p_i^q \right)^{1/(1-q)}$$

Donde:

qD = diversidad verdadera

p_i = abundancia relativa (abundancia proporcional) de la i ésima especie

S = número de especies

q = orden de la diversidad y define la sensibilidad del índice a las abundancias relativas de las especies (Jost, 2006).

Se utilizó la diversidad de orden 1 (1D), en la cual todas las especies son consideradas en el valor de diversidad y ponderadas proporcionalmente según su abundancia en la comunidad (Jost, 2006). Debido a que no es posible calcular de forma directa la fórmula de diversidad verdadera con valor $q=1$, se obtuvo el exponencial del índice de entropía de Shannon (Jost, 2006), el cual se

calculó con en el programa PAST 4.0 (Hammer *et al.*, 2001). Para saber si existían diferencias significativas en los valores de la diversidad efectiva de las especies, se hizo una prueba de Chi Cuadrada.

$${}^lD = \exp(H') = \exp\left[-\left(\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i\right)\right]$$

Abundancia

Para el registro de abundancia, se tomaron como especies raras a aquellas de las que se tuvieron de uno a dos registros; como moderadamente abundantes, de tres a cinco registros; y como abundantes de las que se tuvieron seis o más registros (Vargas-Santamaría y Flores-Villela, 2006).

Análisis de la distribución

Distribución por tipo de vegetación

Se realizó una matriz de presencia-ausencia de las especies encontradas en este estudio y se graficaron los datos para representar el tipo de vegetación con mayor número de especies registradas. Para saber si existían diferencias significativas en los valores de la riqueza de especies, se hizo una prueba de Chi Cuadrada. El tipo de vegetación predominante (bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria) se determinó en función de la localidad que se muestreó. Para los suelos de uso antropogénico y el bosque de galería no se determinó ninguna localidad específica, ya que estos se encuentran en más de una localidad (Rivera-Hernández, 2015).

Utilización del microhábitat

Se realizaron gráficas que representaron la utilización del microhábitat por las especies al momento de su avistamiento. Los microhábitats que se utilizaron en este trabajo están basados en los propuestos por Vargas-Santamaría y Flores-Villela (2006). Saxícola (sobre roca, entre grietas), terrestre (hojarasca, pasto, troncos o ramas caídas), ripario (dentro del cuerpo de agua, vegetación en el cuerpo de agua), arborícola (sobre planta, hoja, tronco, rama), fosorial (enterrados, dentro de troncos en descomposición, bajo troncos, bajo rocas) y habitaciones humanas (estructuras creadas por el hombre).



Distribución altitudinal

Se realizó en un gradiente de 1300 a 2651 m.s.n.m. Se consideró la altitud mínima y máxima de recolecta de cada especie, se calculó el intervalo correspondiente y se le asignó una categoría según los criterios de Canseco-Márquez (1996): distribución restringida (<150 m), intermedia (150 – 700 m) y amplia (>700 m).

Diversidad beta

Las proporciones de diversidad beta pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o con índices de diversidad beta propiamente dichos (reemplazo de especies) (Moreno, 2001), para abarcar las diferentes maneras en las que puede evaluarse la proporción de diversidad beta, se utilizaron tres índices que representan el reemplazo de especies, la similitud y disimilitud de las muestras (tipos de vegetación y localidades de recolecta).

Índice de Whittaker (recambio de especies)

Como índice de recambio de especies se calculó el índice de Whittaker en el programa PAST 4.0 (Hammer *et al.*, 2001), este índice ha probado ser el más robusto para calcular el reemplazo de especies entre comunidades (Moreno, 2001).

$$\beta = \frac{S}{\alpha - 1}$$

Donde:

S = número de especies registradas en un conjunto de muestras (diversidad gamma)

α = número promedio de especies en las muestras (alfa promedio)

Índice de Sorensen cuantitativo (similitud)

Los métodos cuantitativos expresan la semejanza entre dos muestras (tipos de vegetación y localidades de recolecta) considerando la composición de especies y sus abundancias. Para el método cuantitativo de similitud se utilizó el índice de Sorensen cuantitativo, el cual relaciona la abundancia de las especies compartidas con la abundancia total “n” en las muestras (Villareal *et al.*, 2004).

$$I_{Squant} = \frac{2pN}{aN + bN}$$

Donde:

aN = número total de individuos en el sitio A

bN = número total de individuos en el sitio B

pN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios

Se elaboraron los dendrogramas de similitud mediante un análisis cluster con la técnica de ligamiento promedio en el programa BioDiversity Pro 2.0 (McAleece *et al.*, 1997).

Índice de complementariedad (disimilitud)

Se calculó el índice de complementariedad en Microsoft Excel 16.40 (2016) para conocer el grado de disimilitud en la composición de especies existente entre dos muestras (tipos de vegetación y localidades de recolecta) (Moreno, 2001). La complementariedad varía desde cero, cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies, hasta uno, cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas (Colwell y Coddington, 1994).

$$C_{AB} = \frac{U_{AB}}{S_{AB}}$$

Donde:

S_{AB} = riqueza total para ambos sitios combinados

U_{AB} = número de especies únicas a cualquiera de los dos sitios

Diversidad gamma

Se expresó la diversidad gamma en número de especies, para lo que se consideraron los elementos biológicos establecidos por Whittaker (1972), quien define a la diversidad gamma como la riqueza en especies de un grupo de hábitats (un paisaje, un área geográfica, una isla) que resulta como consecuencia de la diversidad alfa de las comunidades individuales y del grado de diferenciación entre ellas (diversidad beta). Así, el valor suele aproximarse al número total de especies registradas en todas las comunidades (Moreno, 2001). Se utilizó la fórmula propuesta por Schluter y Ricklefs (1993), con base en los componentes alfa, beta y la dimensión espacial:



$\text{Gamma} = \text{diversidad alfa promedio} \times \text{diversidad beta} \times \text{dimensión de la muestra}$

Donde:

Diversidad alfa promedio = número promedio de especies en una comunidad

Diversidad beta = inverso de la dimensión específica, es decir, $1/\text{número promedio de comunidades ocupadas por una especie}$

Dimensión de la muestra = número total de comunidades

Guía de campo

Una vez que se identificaron las especies registradas, se realizó una búsqueda bibliográfica de información de cada una de las especies y con ésta se elaboraron fichas descriptivas con información general de todas las especies registradas para el municipio y una imagen del organismo que se describe, además de esto, se realizó un glosario de los términos especializados que pueden no ser familiares para los lectores. Cada ficha contiene los siguientes datos: nombre común, nombre científico, peligrosidad, descripción, historia natural, distribución y endemismo, distribución dentro del municipio, estatus de conservación y fotografía (Anexo I).



Resultados

Composición de la herpetofauna

Se registraron 46 especies en el municipio de Nogales, de las que 15 pertenecen a los anfibios, con 10 especies de ranas (21.73%) y cinco de salamandras (10.86%) comprendidas en 12 géneros y siete familias, lo que representa el 32.60% de la herpetofauna. En cuanto a reptiles, se registraron 31 especies (67.39%), de las cuales 12 son lagartijas (26.08%) y 19 serpientes (41.30%) distribuidas en 24 géneros y ocho familias (Cuadro 1).

Lista de especies y estado de conservación

Siete especies de anfibios se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo en la NOM-059-2010, es decir, el 46.66% del total de especies de anfibios para el municipio. De éstas, seis están en la categoría de Protección especial (Pr) y una se encuentra Amenazada (A). En la lista roja de la IUCN, el 66.66% de las especies de anfibios se encuentran en alguna categoría de riesgo (10 especies), dos especies están en la categoría de Casi amenazada (NT), cuatro como Vulnerable (VU) y cuatro especies En peligro (EN).

Cuadro 1. Composición de la herpetofauna del municipio de Nogales, Veracruz

Clase	Orden	Familias	Géneros	Especies	% de herpetofauna
Amphibia	Anura	5	7	10	21.73%
	Caudata	2	5	5	10.86%
Reptilia	Lacertilia	5	9	12	26.08%
	Serpentes	3	15	19	41.30%
Total		15	36	46	100%

En cuanto a los reptiles, 15 especies, que equivalen al 48.38% de las especies de reptiles, están dentro de la NOM-059. De éstas, 10 se encuentran Amenazadas (A) y cinco en Protección especial (Pr). La lista roja de la UICN contiene tres especies (09.67%) en alguna de sus categorías; dos especies se encuentran en la categoría de Datos deficientes (DD) y una está En peligro (EN).

Nivel del endemismo, 11 de las 15 especies de anfibios son endémicas de México y dos tienen una distribución restringida al estado de Veracruz (*Pseudoeurycea firsheini* y *Thorius pennatus*). Esto indica que el 86.66% de las especies de anfibios registradas son endémicas del país. Para los reptiles, 19 especies son endémicas a México y una se distribuye sólo en Veracruz (*Rhadinanea forbesi*), lo que se traduce a que el 64.51% de las especies de reptiles registradas en el municipio son endémicas de México (Cuadro 2).

Cuadro 2. Lista de especies, categorías de riesgo y endemismo. Categorías de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010: A- Amenazada, Pr- Protección especial. Categorías de riesgo de la lista roja de la IUCN, 2020: DD – Datos deficientes, LC – Preocupación menor, NT – Casi amenazada, VU – Vulnerable, EN – En peligro. Endémica de México: M, endémica del estado: V. Los nombres científicos se tomaron de la base de datos AmphibiaWeb y The Reptile Database. *Especies que no fueron registradas durante los muestreos.

Nombre científico	Clasificación		
	Nom-059	IUCN	Endemismo de México
CLASE AMPHIBIA			
Orden Anura			
Familia Bufonidae			
<i>Incilius occidentalis</i> (Camerano, 1879)	–	–	M



Familia Craugastoridae			
<i>Craugastor rhodopis</i> (Cope, 1867)	–	VU	M
<i>Craugastor spatulatus</i> (Smith, 1939)	Pr	EN	M
<i>Craugastor decoratus</i> (Taylor, 1942)	Pr	VU	M
Familia eleutherodactylidae			
<i>Eleutherodactylus cystignatoides</i> (Cope, 1877)	–	–	–
<i>Eleutherodactylus nitidus</i> (Peters, 1870)	–	–	M
Familia Hylidae			
<i>Dryophytes euphorbiaceus</i> (Günther, 1859)	–	NT	M
<i>Sarcohyala arborescandens</i> (Taylor, 1939)	Pr	EN	M
<i>Rheohyla miotympanum</i> (Cope, 1863)	–	NT	M
Familia Scaphiopodidae			
<i>Spea multiplicata</i> (Cope, 1863) *	–	–	–
Orden Caudata			
Familia Ambystomatidae			
<i>Ambystoma velasci</i> (Dugés, 1888) *	Pr	–	M
Familia Plethodontidae			
<i>Aquiloerycea cafetalera</i> (Parra-Olea, Rovito, Márquez-Valdelamar, Cruz, Murrieta-Galindo & Wake, 2010)	–	VU	M
<i>Isthmura bellii</i> (Gray, 1850)	A	VU	M
<i>Pseudoerycea firscheini</i> Shannon & Werler, 1955	Pr	EN	V
<i>Thorius pennatulus</i> Cope, 1869	Pr	EN	V
CLASE REPTILIA			
Orden Squamata			
Familia Anguidae			
<i>Abronia graminea</i> (Cope, 1864)	A	EN	M
<i>Barisia imbricata</i> (Wiegman, 1828)	Pr	–	M
<i>Celestus enneagrammus</i> (Cope, 1861)	Pr	–	M

Familia Colubridae			
<i>Coniophanes fissidens</i> (Günther, 1858)	–	–	–
<i>Conopsis lineata</i> (Kennicott, 1859) *	–	–	M
<i>Drymobius margaritiferus</i> (Schlegel, 1837)	A	–	–
<i>Leptodeira polysticta</i> (Günther, 1895)	–	–	–
<i>Mastigodryas melanolomus</i> (Cope, 1868) *	–	–	–
<i>Ninia diademata</i> Baird & Girard, 1853	–	–	–
<i>Pituophis deppei</i> (Duméril, 1853)	A	–	M
<i>Pliocercus elapoides</i> Cope, 1860	A	–	–
<i>Rhadinaea forbesi</i> Smith, 1942	Pr	DD	V
<i>Stenorrhina degenhardtii</i> (Berthold, 1846) *	–	–	–
<i>Thamnophis chrysocephalus</i> (Cope, 1885)	A	–	M
<i>Thamnophis conanti</i> Rossman & Burbrink, 2005	–	–	M
<i>Thamnophis sumichrasti</i> (Cope, 1866)	A	–	M
<i>Thamnophis scalaris</i> Cope, 1861 *	A	–	M
Familia Dactyloidae			
<i>Anolis sericeus</i> Hallowell, 1856*	–	DD	M
Familia Geckonidae			
<i>Hemidactylus frenatus</i> Duméril & Bibron, 1836	–	–	–
Familia Phrynosomatidae			
<i>Phrynosoma orbiculare</i> (Linnaeus, 1758)	A	–	M
<i>Sceloporus bicanthalis</i> Smith, 1937	–	–	M
<i>Sceloporus formosus</i> Wiegmann, 1834	–	–	M
<i>Sceloporus grammicus</i> Wiegmann, 1828	Pr	–	–
<i>Sceloporus variabilis</i> Wiegmann, 1834	–	–	–
Familia Scincidae			
<i>Plestiodon brevirostris</i> (Günther, 1860)	–	–	M
<i>Scincella gemmingeri</i> (Cope, 1864)	Pr	–	M



Familia Typhlopoidea			
<i>Amerotyphlops tenuis</i> (Salvin, 1860)*	–	–	–
Familia Viperidae			
<i>Crotalus ravus</i> Cope, 1865	A	–	M
<i>Crotalus triseriatus</i> (Wagler, 1830)	–	–	M
<i>Metlapilcoatlus nummifer</i> (Rüppel, 1845)	A	–	M
<i>Ophryacus smaragdinus</i> Grünwald, Jones, Franz-Chávez & Ahumada-Carrillo, 2015 *	–	–	M

Riqueza de las familias de anfibios y reptiles

Las familias de anfibios mejor representadas fueron Plethodontidae (cuatro géneros, cuatro especies) y Craugastoridae (un género, cuatro especies), las familias Ambystomatidae, Bufonidae y Scaphiopodidae estuvieron representadas por un solo género y especie (Fig. 5). En cuanto a reptiles, la familia más diversa fue Colubridae, con 11 géneros y 14 especies, mientras que Dactyolidae, Typhlopoidea y Geckonidae fueron representadas por un género y una especie cada una (Fig. 6).

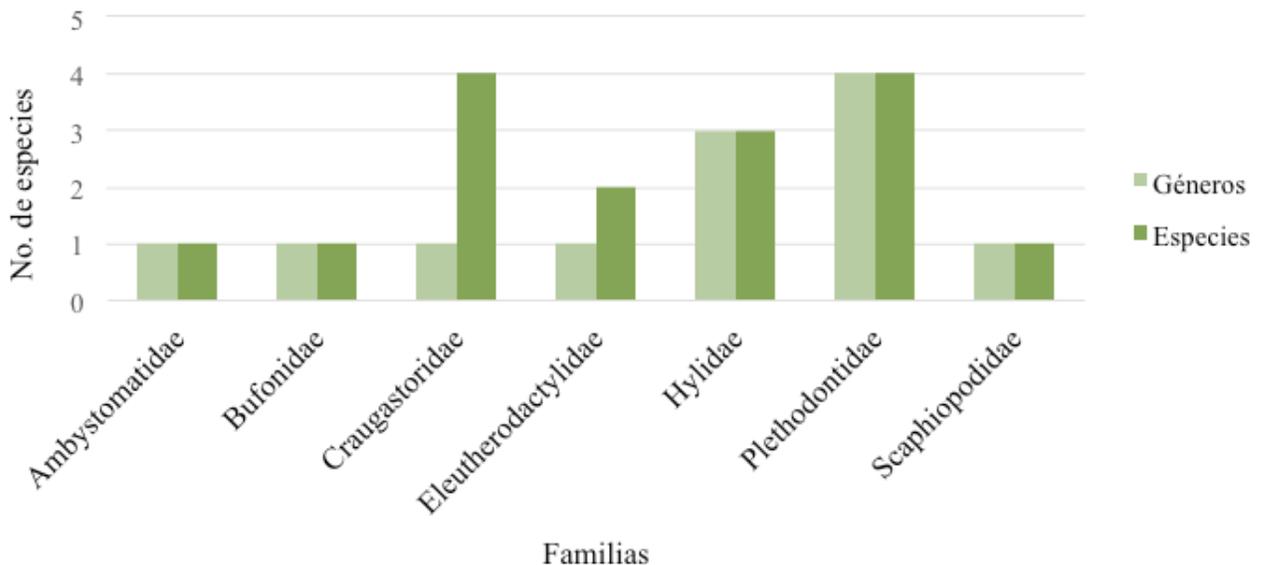


Figura 5. Riqueza de las familias de anfibios.

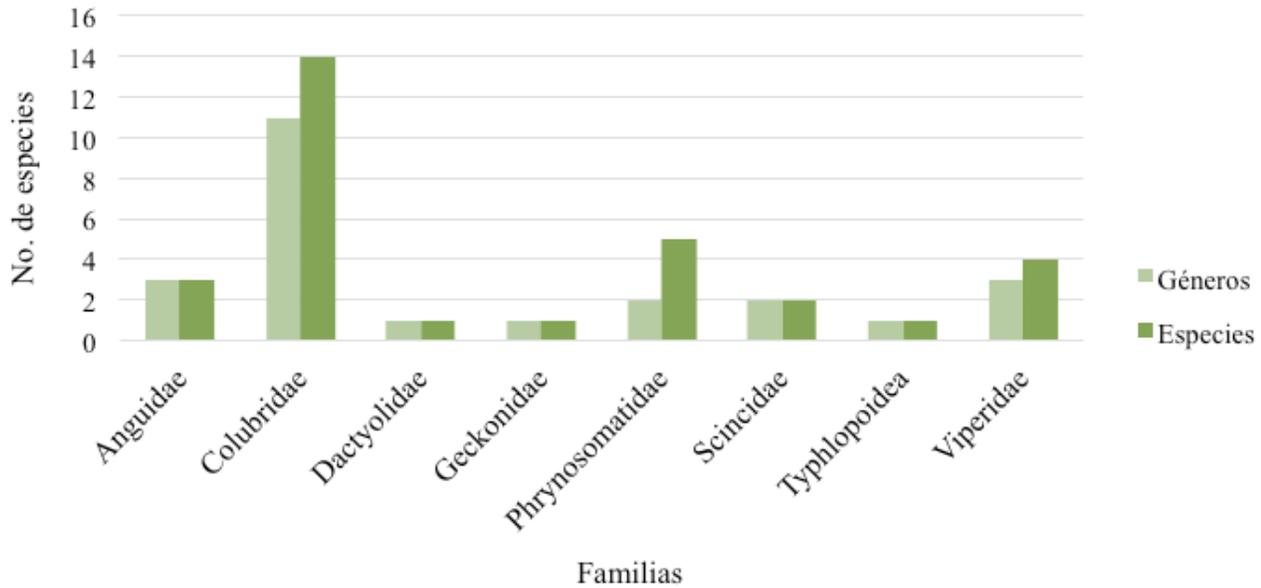


Figura 6. Riqueza de las familias de reptiles.

Curva de acumulación de especies

El modelo logarítmico fue el que mejor se ajustó a los datos obtenidos, con una proporción de varianza estimada (R^2) de 0.9996, al ser un modelo no asintótico, no es posible conocer el total de especies estimadas (Figura 7). Los *singletons* y *doubletons* no se sobrepone, ya que siguen regis-

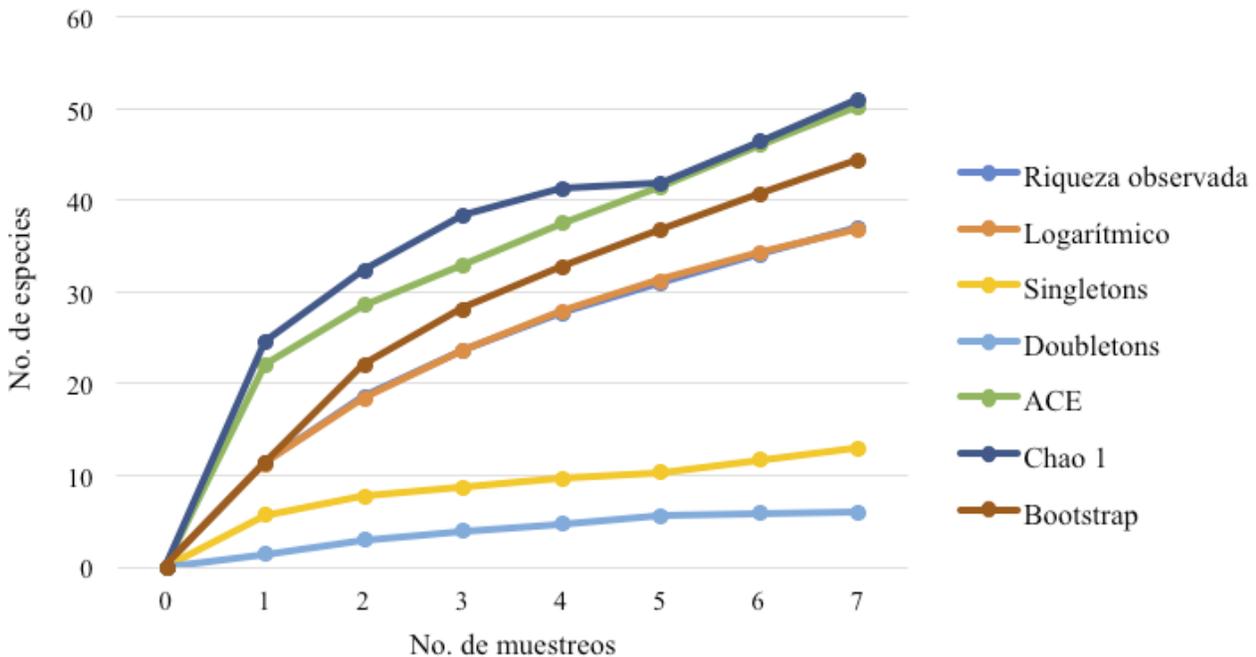


Figura 7. Curva de acumulación de especies del municipio de Nogales.



trando especies raras o únicas a lo largo de los muestreos. La riqueza de anfibios y reptiles esperada por los estimadores no paramétricos fue de 44.35 especies para Bootstrap, 50.27 para ACE y 51.03 para Chao 1. Se registró un 72.50%, 73.60 y 83.42% del total de especies estimadas por Chao 1, ACE y Bootstrap, respectivamente.

Diversidad alfa

Tipos de vegetación

Los valores de diversidad alfa para los diferentes tipos de vegetación presentes en el municipio sugieren que los suelos de uso antropogénico tienen una mayor diversidad de especies efectivas, con 12.26 y le sigue el bosque mesófilo de montaña con 11.15. El tipo de vegetación con una menor diversidad fue el bosque de galería (2.76 especies efectivas) (Cuadro 3). La prueba de Chi Cuadrada entre los valores de diversidad verdadera para los suelos de uso antropogénico y el bosque mesófilo de montaña muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre estos valores ($X^2=0.0526$, $p=0.05$).

Cuadro 3. Valores de diversidad alfa para los tipos de vegetación.

Diversidad alfa de vegetaciones	Especies	Índice de Shannon-Wiener	Diversidad verdadera
Pino-encino	13	2.08	8.06
BMM	17	2.41	11.15
Vegetación secundaria	8	1.21	3.38
Bosque de galería	6	1.01	2.76
Antropogénico	16	2.50	12.26

Localidades de recolecta

Para las localidades de recolecta, el sitio con mayor diversidad verdadera es Palo Verde con 14.25 especies efectivas, seguido de Santa Cruz/Sierra de Agua (10.28), mientras que La Carbonera fue la de menor diversidad (3.15 especies efectivas). La diversidad de Palo Verde es 1.38 veces mayor a la de Santa Cruz/Sierra de Agua y 4.52 veces mayor a La Carbonera (Cuadro 4). La prueba de

Chi Cuadrada entre los valores de diversidad verdadera para las localidades de Palo Verde y Santa Cruz/Sierra de Agua muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre estos valores ($X^2= 0.6427$, $p=0.05$).

Cuadro 4. Valores de diversidad alfa para las localidades de recolecta.

Diversidad alfa de localidades	Especies	Índice de Shannon-Wiener	Diversidad verdadera
Santa Cruz/Sierra de Agua	16	2.33	10.28
Palo Verde	21	2.65	14.25
La Carbonera	13	1.14	3.15

Abundancia

A lo largo de los muestreos se registraron 283 individuos de anfibios y reptiles. Los anfibios estuvieron representados por 78 registros. La especie con un mayor número de registros fue *Dryophytes euphorbiaceus* (18), seguida de *Craugastor rhodopis* (16) y *Sarcohylla arborescandens* (16). Por su parte se obtuvieron 206 registros de reptiles; la especie más abundante fue *Sceloporus variabilis* con 62 registros (Cuadro 5). La categoría de abundancia con un mayor número de especies de anfibios fue la de especies “Raras”, con siete especies, tres ranas y cuatro salamandras, que representan al 53.84% de los anfibios. En la categoría de “Moderadamente abundante” se registraron tres especies de ranas (23.07%) y en la categoría “Abundante” también se registraron tres especies de ranas (23.07%). En cuanto a los reptiles, 12 especies fueron “Raras” (50%), de las cuales 10 fueron serpientes y dos lagartijas; ocho se registraron como “Abundante” (33.33%), siete lagartijas y una serpiente, mientras que cuatro especies fueron “Moderadamente abundante” (16.66%), con dos lagartijas y dos serpientes (Cuadro 6).

Distribución por tipo de vegetación

El tipo de vegetación con un mayor número de especies registradas fue el bosque mesófilo de montaña con 17 especies (45.94%), seguido de los suelos de uso antropogénico con 16 especies (43.24%), y el bosque de pino-encino con 13 especies (35.13%). La vegetación secundaria y el



Cuadro 5. Abundancia por especie de la herpetofauna de Nogales, Veracruz.

Especie	Número de individuos por especie (n)	Abundancia
CLASE AMPHIBIA		
<i>Aquiloerycea cafetalera</i> (Parra-Olea, Rovito, Márquez-Valdelamar, Cruz, Murrieta-Galindo & Wake, 2010)	2	Rara
<i>Craugastor decoratus</i> (Taylor, 1942)	2	Rara
<i>Craugastor rhodopis</i> (Cope, 1867)	16	Abundante
<i>Craugastor spatulatus</i> (Smith, 1939)	4	Moderadamente abundante
<i>Dryophytes euphorbiaceus</i> (Günther, 1859)	18	Abundante
<i>Eleutherodactylus cystignatoides</i> (Cope, 1877)	4	Moderadamente abundante
<i>Eleutherodactylus nitidus</i> (Peters, 1870)	10	Moderadamente abundante
<i>Incilius occidentalis</i> (Camerano, 1879)	1	Rara
<i>Isthmura bellii</i> (Gray, 1850)	1	Rara
<i>Pseudoeurycea firscheini</i> Shannon & Werler, 1955	1	Rara
<i>Rheohyla miotypanum</i> (Cope, 1863)	2	Rara
<i>Sarcohyla arborescandens</i> (Taylor, 1939)	16	Abundante
<i>Thorius pennatulus</i> Cope, 1869	1	Rara
Total de anfibios	78	
CLASE REPTILIA		
<i>Abronia graminea</i> (Cope, 1864)	5	Abundante
<i>Barisia imbricata</i> (Wiegman, 1828)	12	Abundante
<i>Celestus enneagrammus</i> (Cope, 1860)	5	Moderadamente abundante
<i>Coniphanes fissidens</i> (Günther, 1858)	1	Rara

<i>Crotalus ravus</i> (Cope, 1865)	8	Abundante
<i>Crotalus triseriatus</i> (Wagler, 1830)	1	Rara
<i>Drymobius margaritiferus</i> (Schlegel, 1837)	1	Rara
<i>Hemidactylus frenatus</i> Duméril & Bibron, 1836	1	Rara
<i>Leptodeira polysticta</i> (Günther, 1895)	2	Rara
<i>Metlapilcoatlus nummifer</i> (Rüppel, 1845)	1	Rara
<i>Ninia diademata</i> Baird & Girard, 1853	4	Moderadamente abundante
<i>Phrynosoma orbiculare</i> (Linnaeus, 1789)	1	Rara
<i>Pituophis deppei</i> (Duméril, 1853)	1	Rara
<i>Plestiodon brevirostris</i> (Günther, 1860)	9	Abundante
<i>Pliocercus elapoides</i> Cope, 1860	3	Moderadamente abundante
<i>Rhadinaea forbesi</i> Smith, 1942	1	Rara
<i>Sceloporus bicanthalis</i> Smith, 1937	20	Abundante
<i>Sceloporus formosus</i> Wiegmann, 1834	26	Abundante
<i>Sceloporus grammicus</i> Wiegmann, 1828	31	Abundante
<i>Sceloporus variabilis</i> Wiegmann, 1834	62	Abundante
<i>Scincella gemmingeri</i> (Cope, 1864)	5	Moderadamente abundante
<i>Thamnophis chrysocephalus</i> (Cope, 1885)	2	Rara
<i>Thamnophis conanti</i> Rossman & Burbrink, 2005	2	Rara
<i>Thamnophis sumichrasti</i> (Cope, 1866)	1	Rara
Total de reptiles	205	
Total de individuos	283	



Cuadro 6. Abundancia por grupo de la herpetofauna de Nogales, Veracruz.

Abundancia	Anura	Caudata	%	Lacertilia	Serpentes	%
Raro (1-2)	3	4	53.84%	2	10	50%
Moderadamente (3-5) abundante	3	0	23.07%	2	2	16.66%
Abundante (≥ 6)	3	0	23.07%	7	1	33.33%

bosque de galería estuvieron representados por ocho (21.62%) y seis (16.21%) especies respectivamente (Cuadro 7). Se registraron cuatro especies de ranas en el bosque mesófilo de montaña y en donde se tienen menos especies es en la vegetación secundaria, con dos. Las salamandras estuvieron representadas con una especie en todos los tipos de vegetación con excepción del bosque de galería, donde no se registraron (Fig. 8). Por otro lado, en los suelos de uso antropogénico se registraron ocho especies de lagartijas; estos suelos presentaron el mayor número de lagartijas, seguido del bosque mesófilo de montaña y pino-encino, con seis especies en cada uno, mientras que en el bosque de galería sólo se encontró una especie. El bosque mesófilo de montaña fue el que tuvo más serpientes, con seis especies; en el bosque de pino-encino se registraron tres especies y en los suelos de uso antropogénico se tienen cuatro especies. Finalmente, en la vegetación secundaria y bosque de galería se registraron dos especies (Fig. 9). La prueba de Chi Cuadrada para el número de especies que se distribuyen en los distintos tipos de vegetación indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la riqueza por tipo de vegetación ($X^2= 9.4877$, $p=0.05$).

Cuadro 7. Distribución por tipo de vegetación de la herpetofauna de Nogales, Veracruz.

Tipo de vegetación	Anura	Caudata	Lacertilia	Serpentes	Especies	%
BMM	4	1	6	6	17	45.94%
Pino-encino	3	1	6	3	13	35.13%
Vegetación secundaria	2	1	3	2	8	21.62%
Bosque de galería	3	0	1	2	6	16.21%
Antropogénico	3	1	8	4	16	43.24%

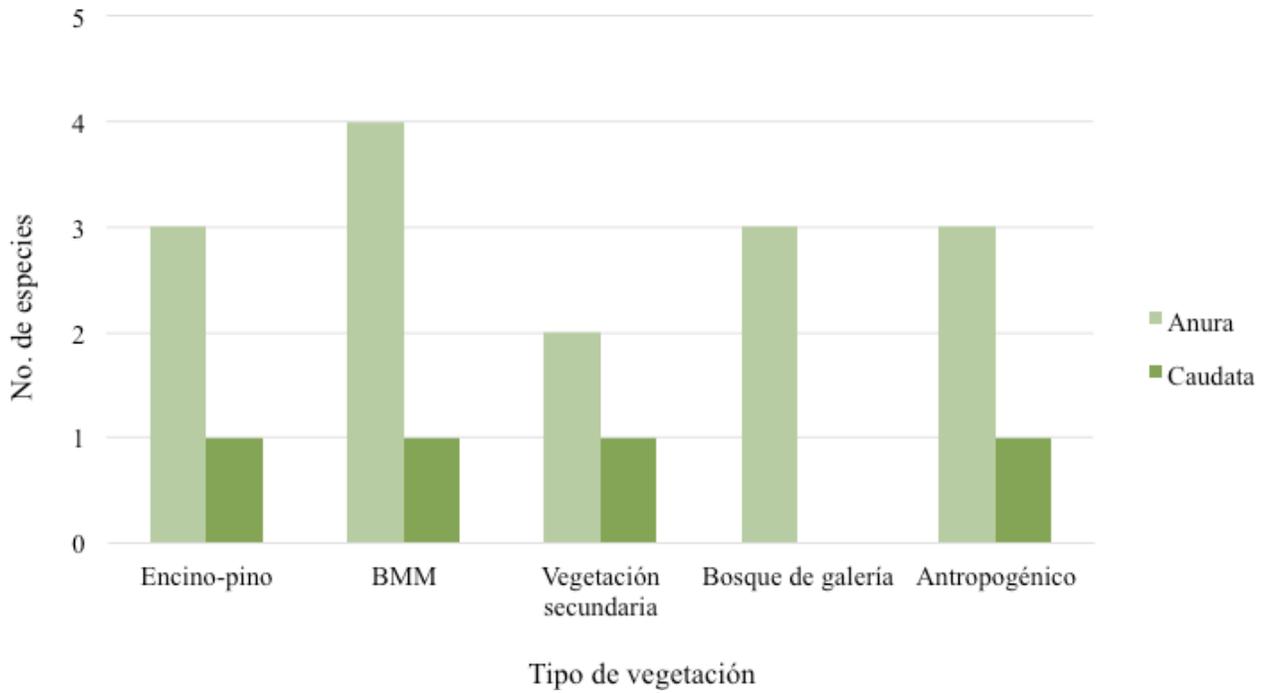


Figura 8. Tipos de vegetación ocupados por anfibios.

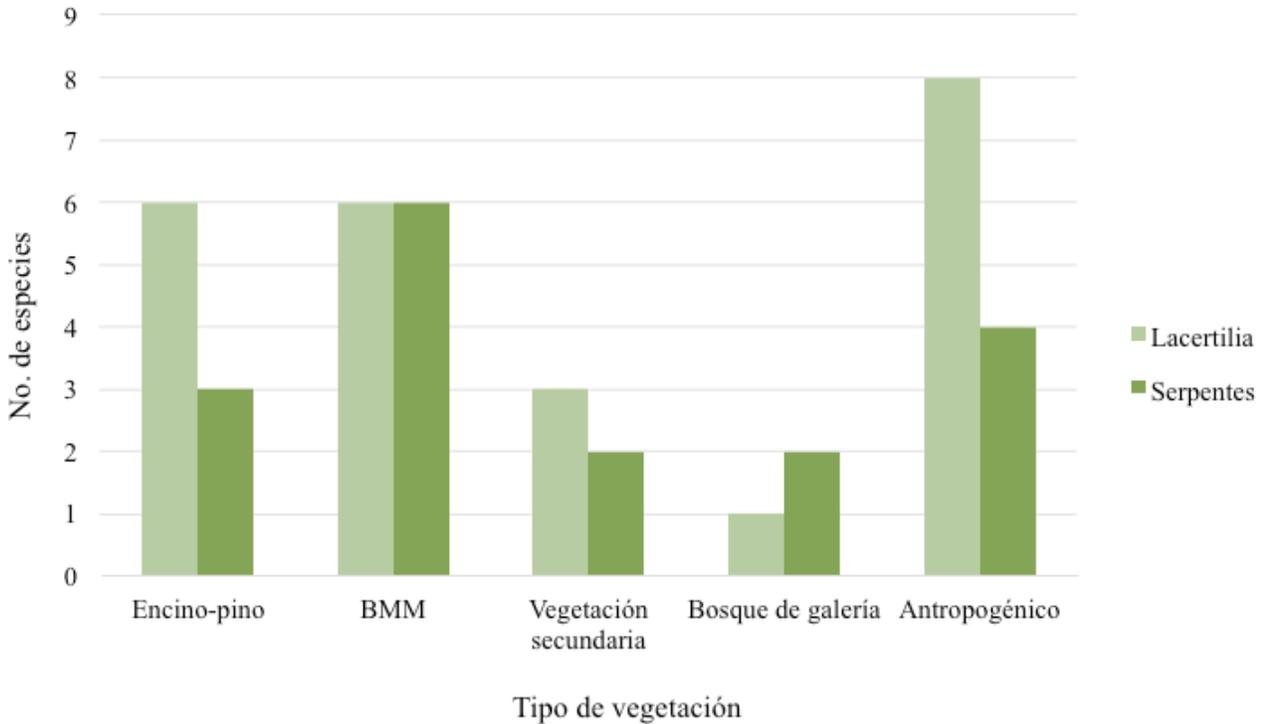


Figura 9. Tipos de vegetación ocupados por reptiles.

Utilización del microhábitat

Los tipos de microhábitat ocupados por un mayor número de especies de anfibios fueron el ripario y arborícola con cinco y cuatro especies de ranas respectivamente. Los anuros se encontraron en todos los tipos de microhábitat, mientras que los caudados sólo se encontraron en el microhábitat fosorial (Fig. 10). En cuanto a los reptiles, estos tuvieron mayor presencia en el microhábitat terrestre, en donde se registraron 16 especies, de las cuales ocho corresponden a lagartijas y ocho a serpientes. El microhábitat en donde se encontró un menor número de especies de reptiles fue el ripario, con una especie de lagartija, seguido del arborícola (cuatro especies). Las lagartijas se registraron en todos los tipos de microhábitat excepto en el ripario, mientras que las serpientes no se registraron en el microhábitat arborícola (Fig. 11).

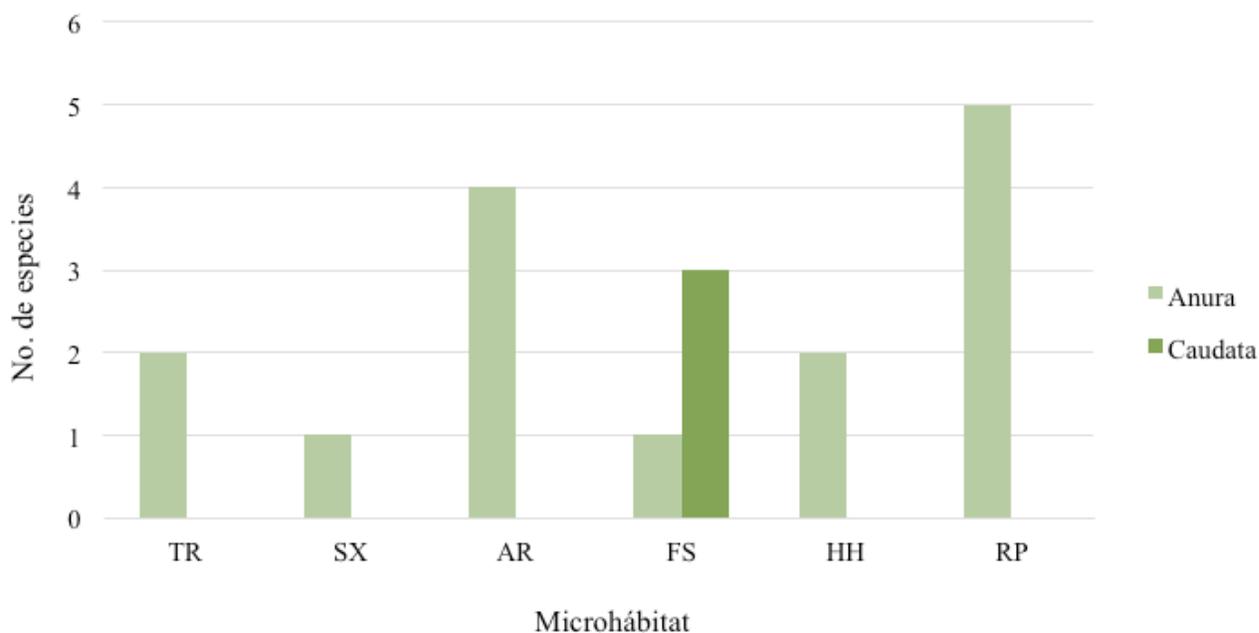


Figura 10. Microhábitat ocupado por anfibios. TR: terrestre, SX: saxícola, AR: arborícola, FS: fosorial, HH: habitaciones humanas, RP: ripario.

Distribución altitudinal

El 76.92% de los anfibios tuvieron una distribución restringida (seis ranas y cuatro salamandras). En la distribución intermedia se registraron dos ranas (15.38%) y una especie de rana con distribución amplia (7.69%). El 50.00% de los reptiles tuvieron una distribución altitudinal restringida, con cuatro especies de lagartijas y ocho de serpientes. En la distribución intermedia se encontró

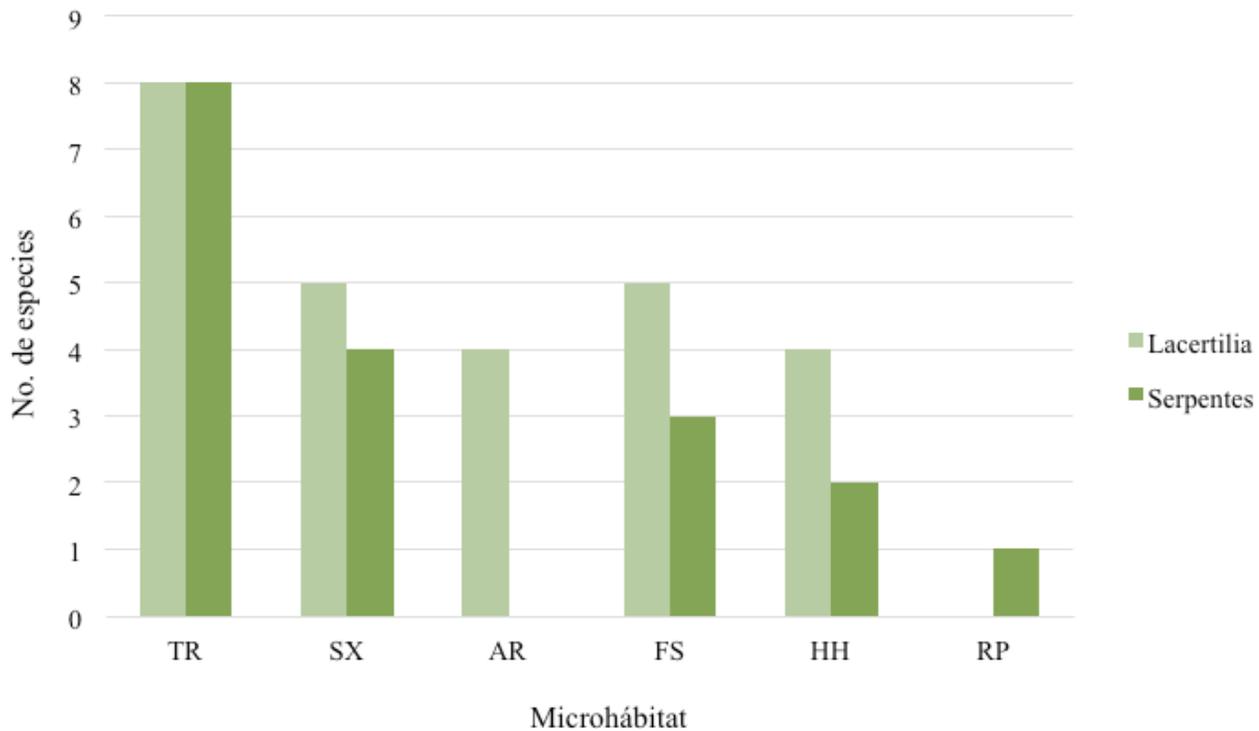


Figura 11. Microhábitat ocupado por reptiles. TR: terrestre, SX: saxícola, AR: arborícola, FS: fosorial, HH: habitaciones humanas, RP: ripario.

al 37.50% de reptiles (cuatro lagartijas y cinco serpientes), mientras que tres especies de lagartijas presentaron una distribución altitudinal amplia (12.50%) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Distribución altitudinal de la herpetofauna del municipio de Nogales, Veracruz.

Distribución altitudinal	Anura	Caudata	%	Lacertilia	Serpentes	%
Restringida (<150 m)	6	4	76.92%	4	8	50.00%
Intermedia (150-700 m)	2	0	15.38%	4	5	37.50%
Amplia (>700 m)	1	0	7.69%	3	0	12.50%

Diversidad beta

Índice de Whittaker (reemplazo de especies)

Tipos de vegetación

Los valores en porcentaje del índice de recambio de especies entre tipos de vegetación variaron del 44.82% a 83.33%, con un promedio general de 71.95%. El porcentaje más alto de recambio se dio



entre la vegetación secundaria y los suelos de uso antropogénico, con un 83.33%. Los porcentajes más bajos se presentaron al comparar el bosque de pino-encino con los suelos de uso antropogénico y al bosque mesófilo de montaña con el bosque de pino-encino (44.82% y 66.66% respectivamente) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Índice de Whittaker de reemplazo de especies entre tipos de vegetación.

Índice de Whittaker	Pino-encino	BMM	Vegetación secundaria	Bosque de galería	Antropogénico
Pino-encino	0	66.66%	80.95%	78.94%	44.82%
BMM	-	0	68.00%	73.91%	69.69%
Vegetación secundaria	-	-	0	71.42%	83.33%
Bosque de galería	-	-	-	0	81.81%
Antropogénico	-	-	-	-	0

Localidades de recolecta

Los valores de las localidades de recolecta oscilaron entre 62.16 y 86.20%; estos tuvieron un promedio general del 71.02% de recambio de especies. Entre la localidad de Santa Cruz/Sierra de Agua y Palo Verde se obtuvo un 62.16% de recambio; Santa Cruz/Sierra de Agua y La Carbonera tuvieron un reemplazo de 86.20% y finalmente entre Palo Verde y La Carbonera hubo un porcentaje de recambio de 64.70% (Cuadro 10).

Cuadro 10. Índice de Whittaker de reemplazo de especies entre localidades de recolecta.

Índice de Whittaker	Santa Cruz	Palo Verde	La Carbonera
Santa Cruz	0	62.16%	86.20%
Palo Verde	-	0	64.70%
La Carbonera	-	-	0

Sierra de Agua con la Carbonera presentaron el menor porcentaje de similitud (1.85%) (Cuadro 12 y Fig. 13).

Cuadro 12. Índice de similitud de Sorensen cuantitativo entre localidades de recolecta.

Sorensen cuantitativo	Santa Cruz/ Sierra de Agua	Palo Verde	La Carbonera
Santa Cruz/Sierra de Agua	0	13.02%	1.85%
Palo Verde	-	0	22.22%
La Carbonera	-	-	0



Figura 13. Dendrograma de similitud de Sorensen para la similitud entre localidades de recolecta.

Índice de complementariedad

Tipos de vegetación

Los porcentajes de los valores de complementariedad variaron de 61.90% a 90.90%. El porcentaje de especies complementarias entre el bosque de pino-encino y los suelos de uso antropogénico fue del 61.90%. La vegetación secundaria y los suelos de uso antropogénico tuvieron el porcentaje de complementariedad más alto (90.90%), lo que los hace los tipos de vegetación más diferentes en cuanto a composición de especies (Cuadro 13).

Cuadro 13. Índice de complementariedad entre tipos de vegetación.

Índice de complementariedad	Pino-encino	BMM	Vegetación secundaria	Bosque de galería	Antropogénico
Pino-encino	0	80.00%	89.47%	88.23%	61.90%
BMM	-	0	80.95%	85.00%	77.77%
Vegetación secundaria	-	-	0	83.33%	90.90%
Bosque de galería	-	-	-	0	90.00%
Antropogénico	-	-	-	-	0

Localidades de recolecta

Para las localidades de recolecta los valores obtenidos son de 76.66% para Santa Cruz/Sierra de Agua y Palo Verde, 78.57% entre Palo Verde y La Carbonera y de 92.59% entre Santa Cruz/Sierra de Agua y La Carbonera (Cuadro 14).

Cuadro 14. Índice de complementariedad entre localidades de recolecta.

Índice de complementariedad	Santa Cruz	Palo Verde	La Carbonera
Santa Cruz	0	76.66%	92.59%
Palo Verde	-	0	78.57%
La Carbonera	-	-	0

Diversidad gamma

Se calculó el valor de la diversidad gamma para los tipos de vegetación con base en los componentes alfa (diversidad alfa promedio=12), beta (diversidad beta=0.61) y dimensión de la muestra (número total de comunidades muestreadas=5) donde se obtuvo un valor de 36.99 especies. Para la diversidad gamma por localidades muestreadas, la diversidad alfa promedio fue de 16.66, la diversidad beta fue 0.74 y la dimensión de la muestra fue de tres comunidades, con un valor de 36.99 especies.



Discusión

Composición de la herpetofauna

La herpetofauna registrada en el municipio de Nogales, Veracruz, es de 46 especies, de las cuales 37 fueron encontradas como parte del trabajo de campo, tres especies estaban depositadas en la colección herpetológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (MZFZ) y seis fueron donadas por habitantes de las comunidades. Las 46 especies representan el 24.08% de la herpetofauna reportada por Almaráz-Vidal y Cerón-De la Luz (2016) para la zona centro oriental de Veracruz. Si se toma en cuenta que el municipio representa el 1.05% de la superficie de esta zona, es un área con alto porcentaje de especies de la zona centro oriental.

Nogales presenta un mayor número de especies en comparación con trabajos similares realizados en la región montañosa, como los de Cerón-De la Luz (2010), Vásquez-Cruz (2015) y Pérez-Sato *et al.* (2018). Esto podría deberse a la existencia de varios ambientes y altitudes en el municipio, así como a los diferentes tipos de flora que presenta, ya que en las partes más bajas el ambiente es más tropical, con flora relacionada a los bosques tropicales húmedos y en las partes altas es templado, con bosques templados húmedos (Rivera-Hernández, 2015).

Los anfibios, representados por 15 especies, fueron el grupo en donde se registró un menor número de especies. Esto se debe a sus características biológicas, entre las que están su sensibilidad a cambios ambientales, la permanencia a su hábitat y microhábitat, la tasa de evapotranspiración y un modo reproductivo que necesita de la humedad relativa (Duellman y Trueb, 1986; Duellman y Trueb, 1994; Baustein *et al.*, 1994; Uribe-Peña *et al.*, 1999). Lo anterior los limita a ambientes muy húmedos y con disponibilidad de cuerpos de agua, y aunque en el municipio estos factores están presentes, hay partes en donde estos requisitos no se cumplen. La familia Plethodontidae fue la mejor representada entre los anfibios, lo que sigue el patrón reportado por Vásquez Cruz (2015), Cerón-De la Luz (2010) y Lemos-Espinal y Smith (2016). Esta familia es la más diversa de anfibios en México (Parra-Olea *et al.*, 2014), lo que aunado a la zona en donde se encuentra el municipio, puede explicar la representatividad de la familia en Nogales, ya que las especies de esta familia se distribuyen en lugares fríos, húmedos y protegidos de la luz directa del sol (Parra-Olea *et al.*, 1999).

El 67.39% de las especies del municipio son reptiles, resultados similares a lo reportado por Vázquez-Cisneros (2006), Aguilar-López y Canseco-Márquez (2006), Vásquez-Cruz (2015), Cerón-De la Luz, Lemos-Espinal y Smith (2016) y Pérez-Sato *et al.* (2018), en donde el porcentaje de especies de reptiles es mayor al de anfibios. En general este patrón es común en trabajos herpetofaunísticos, debido a que los reptiles poseen una mayor adaptabilidad a diversos ambientes y pueden encontrarse en una amplia variedad de climas (Uribe-Peña *et al.*, 1999). De las familias de reptiles, la de mayor diversidad fue Colubridae, lo que se debe a que es la familia de serpientes más grande y numerosa; a su alta variabilidad anatómica y ecológica, que les permite tener una distribución cosmopolita, excepto en altitudes y latitudes extremas; y a la gran variedad de hábitos que tienen, de manera que existen especies fosoriales, terrestres, acuáticas y arborícolas (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Conservación y endemismo

Casi la mitad de las especies (47.82%) encontradas en el municipio de Nogales se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y un 28.26% de acuerdo con la lista roja de la IUCN. Esto es consecuencia de las distintas amenazas que enfrentan estos organismos, principalmente por parte del humano. Morales-Mávil *et al.* (2011) menciona que el



paisaje fragmentado de bosques y selvas en toda la entidad veracruzana está provocando que muchas de las poblaciones de reptiles se encuentren diezmadas o incluso en declive. Principalmente en el caso de las serpientes, el desconocimiento y temor lleva a las personas a la destrucción constante de individuos (Morales-Mávila y Villa-Cañedo, 1998). Por su parte, las amenazas directas a las poblaciones de anfibios del estado son la contaminación ambiental, el uso de pesticidas en la agricultura y la lluvia ácida producida por las industrias contaminantes del centro y sur de la entidad (Guzmán-Guzmán *et al.*, 2011). La mayoría de estas acciones se llevan a cabo en el municipio de Nogales, donde la deforestación y la destrucción por temor a estos animales son las que se realizan en mayor medida. Todo esto hace necesario crear planes de manejo y conservación para el municipio.

En cuanto a endemismos, el 71.73% de las especies de anfibios y reptiles son endémicas a México o al estado, lo cual se explica por la posición geográfica en la que se encuentra el municipio. Adler (1996) y Flores-Villela (1998a) identificaron al Cañón del Río Blanco como una zona de endemismos para anfibios. Además, Morales-Mávila *et al.* (2011) menciona que la región del estado con mayor número de especies endémicas es el centro. La región Pico de Orizaba-Cofre de Perote es importante por ser un centro de origen y diversificación de anfibios, reptiles y plantas vasculares, y de acuerdo con Campbell (1999) las áreas con más alta diversidad, tienden a ser las de mayor endemismo.

La región centro de Veracruz está considerada como un sitio en donde pueden ocurrir extinciones de anfibios en el futuro si las condiciones y amenazas continúan impactando a las poblaciones, principalmente de salamandras, en la región montañosa del centro del estado (Guzmán-Guzmán *et al.*, 2011). Además, en este estudio se registró a la salamandra *Isthmura bellii*, de la cual no se tenía registro de distribución para el estado de Veracruz (Domínguez-Vega *et al.*, 2018). De igual manera, se registró por primera vez a la rana *Spea multiplicata* y a la salamandra *Ambystoma velasci* en el bosque de pino-encino de la región del Pico de Orizaba.

Curva de acumulación de especies

El hecho de que el modelo que mejor se ajusta a los datos haya sido el logarítmico, nos indica que Nogales es una zona con una alta diversidad de especies de anfibios y reptiles y que aún faltan más especies por añadir a la lista, ya que según Soberón y Llorente (1993), este modelo se utiliza para

regiones muy grandes o taxones muy diversos. De igual manera, debido a que los estimadores no paramétricos predicen más especies de las observadas en campo (37), se puede decir que hace falta un mayor esfuerzo de muestreo para poder registrar las especies esperadas por los estimadores y que para alcanzar el 95% de las especies esperadas por los estimadores, harían falta entre ocho y nueve muestreos más. El hecho de que no se sobrepongan los *singletons* y *doubletons* indica que el inventario no está completo y aún pueden registrarse más especies. Jiménez-Valverde y Hortal (2003) mencionan que entre más especies raras haya, mayor será el número de las especies que queden por registrar, por lo tanto, si consideramos que en este estudio el número de especies raras registradas fue alto, es posible afirmar que aún faltan especies por agregar. Por otro lado, si se consideran las especies de la colección herpetológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (MZFZ) y las recolectadas por las personas de las localidades del municipio, se obtiene un total de 46 especies, lo que completa y sobrepasa por dos especies el número estimado por Bootstrap. Sin embargo, según los estimadores de ACE y Chao 1 aún faltan cuatro y cinco especies respectivamente para completar el inventario.

Diversidad alfa

Debido a que la prueba de Chi Cuadrada no encontró diferencias estadísticamente significativas entre los valores de diversidad verdadera de los suelos de uso antropogénico y el bosque mesófilo de montaña, se puede decir que los suelos de uso antropogénico sólo tienden a tener una mayor diversidad de especies efectivas. En el municipio de Nogales los suelos de uso antropogénico se encuentran distribuidos como parches en todos los tipos de vegetación y están en contacto directo con sitios de vegetación que no está perturbada. Estos parches pueden servir de ecotonos para las especies que se encuentran en las áreas no perturbadas. Al presentarse en las tres localidades de recolecta, en todas las salidas se muestreaba este tipo de suelos, en comparación con los otros tipos de vegetación en los que sólo se muestreaba cuando era el turno de recolectar en cierta localidad con tipo de vegetación específico. Esto coincide con lo reportado por Canseco-Márquez y Aguilar-López (2006) y Villegas-García *et al.* (2015) en donde la sustitución de la vegetación primaria por vegetación inducida, como potreros y plantaciones comerciales es muy marcada y se forman parches de esta vegetación inducida, lo que afecta la distribución de las especies y estructura de las comunidades.



En cuanto a las localidades de recolecta, la prueba de Chi Cuadrada no mostró diferencias estadísticamente significativas entre la diversidad de especies efectivas de Palo Verde y Santa Cruz/Sierra de Agua, pero el sitio que tiene una tendencia a ser el de mayor diversidad verdadera es Palo Verde (14.25 especies efectivas), en donde el tipo de vegetación predominante es el bosque mesófilo de montaña, el cual se caracteriza por ser de gran importancia debido al alto número de microhábitats que puede albergar, así como por su distribución fragmentada, el alto porcentaje de humedad y las especies endémicas que lo habitan (Flores-Villela y Gerez-Fernández, 1994).

Abundancia

Los anfibios fueron el grupo en donde se registró un menor número de individuos. Como ya se mencionó, estos animales tienen características biológicas que los limitan a ambientes húmedos y con disponibilidad de cuerpos de agua, además de ser sensibles a cambios ambientales. En el municipio de Nogales los cuerpos de agua cercanos a los asentamientos humanos sufren de contaminación por parte de los pobladores, lo que puede explicar el menor número de anfibios en el área de estudio, ya que los ambientes modificados pueden llegar a ser sitios hostiles para permitir la existencia de poblaciones viables de ciertas especies de anfibios (Duellman y Trueb, 1994). Las especies más abundantes de anfibios fueron *Dryophytes euphorbiaceus*, *Craugastor rhodopis* y *Sarcohylla arborescandens*, lo cual coincide con lo reportado por Murrieta-Galindo *et al.* (2013a), Luría-Manzano y Gutiérrez-Mayen (2014), Meza-Parral y Pineda (2015), quienes catalogan a estas especies como abundantes en sus áreas de distribución y capaces de vivir en diferentes ambientes. El hecho de que la mayoría de las especies de anfibios fueron catalogadas como “Raras”, puede deberse a sus propios requerimientos fisiológicos, que son determinantes en la distribución y abundancia de este grupo en diferentes ambientes (Cromer *et al.*, 2002).

Por su alta adaptabilidad a diferentes ambientes, los reptiles fueron los más abundantes dentro del área de estudio. La familia de lagartijas más diversa en México es Phrynosomatidae (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014) y el género *Sceloporus* generalmente tiene una gran riqueza y abundancia en sus áreas de distribución (Sites *et al.*, 1992). Esto explica que en este estudio *Sceloporus variabilis* haya sido la especie más abundante, ya que de acuerdo con Mather y Sites (1985) es una especie generalista y no especializada con respecto a la preferencia de hábitat. Como en el caso de los anfibios, la mayor parte de los reptiles se registró como “Rara”. La mayoría perte-

necen a las serpientes, lo que podría explicarse por sus hábitos crípticos, etología e historia natural evasiva, lo que hace que su avistamiento pueda ser más difícil (Vitt y Vangilder, 1983; Rugiero y Luiselli, 1995 y Luiselli, 2006), además de que el alto porcentaje de muertes que sufren por parte de los pobladores de las localidades puede estar afectando estas poblaciones.

Distribución por tipo de vegetación

El bosque mesófilo de montaña fue el tipo de vegetación con una tendencia a tener mayor número de especies de anfibios y reptiles. Estos resultados coinciden con los obtenidos por González-Romero y Murrieta-Galindo (2008) y Villegas-García *et al.* (2015). Este tipo de vegetación se caracteriza por la alta diversidad de especies y un alto nivel de endemismo en flora y fauna (Aldrich *et al.*, 1997 y Villaseñor, 2010) y en México es el bioma más diverso por unidad de área (Rzedowski *et al.*, 1993). En el municipio de Nogales, este tipo de vegetación es el que menos ha sufrido el impacto de las actividades antropogénicas, pues a pesar de su cercanía con la zona conurbada, lo escarpado de los cerros hace complicado el establecimiento de cultivos (Rivera-Hernández, 2015) y permite que aún haya áreas de este bosque que se mantienen bien conservadas y en las que ya se encuentran modificadas sólo hay algunos parches de suelos de uso antropogénico. Por otro lado, la tendencia a la baja representatividad de especies en la vegetación secundaria podría deberse a que en el mes de mayo de 2019 hubo un incendio en el Cañón de la Carbonera, lo que pudo haber provocado que las especies disminuyeran o migraran a otra parte, ya que tras un incendio, se aprecia una pérdida de diversidad de reptiles en la zona, cambios en las especies dominantes, efectos en la estructura de su hábitat y cambios funcionales en la comunidad de los organismos (Santos y Poquet, 2010; Santos y Cheylan, 2013; Rodríguez-Caro *et al.*, 2013).

Las ranas tuvieron un número mayor de especies en el bosque mesófilo de montaña, lo que coincide con lo reportado por Murrieta-Galindo (2007) y Murrieta-Galindo *et al.* (2013b). Esto puede deberse a que los elementos bióticos y la humedad que se encuentran en el bosque mesófilo de montaña les proporcionan a los anfibios una amplia variedad de microhábitats para explotar. Además, los anfibios registrados para este tipo de vegetación pertenecen a la familia Craugastoridae y Eleutherodactylidae, quienes encuentran en la hojarasca un ambiente adecuado de humedad, alimento y de capacidad de forrajeo para llevar a cabo actividades vitales (Welsch y Droege, 2001).



Las lagartijas presentaron el mayor número de especies en los suelos de uso antropogénico, aunque en general, al igual que las serpientes, se encontraron bien representadas en el resto de los tipos de vegetación. Almaráz-Vidal y Cerón-De la luz (2016) mencionan que los reptiles presentan rangos de distribución geográfica más amplios y con requerimientos ambientales menos específicos, al tolerar temperaturas más altas y ambientes más secos que los preferidos por los anfibios, lo que les permite desarrollarse en una mayor variedad de ambientes.

Utilización del microhábitat

La mayoría de los anfibios que se registraron para el microhábitat ripario y arborícola pertenecen a la familia Hylidae, que depende de la disponibilidad de cuerpos de agua por el tipo de reproducción que presentan y sus hábitos arborícolas (Aguilar-López y Canseco-Márquez, 2006; Duellman, 2001). Esto podría ser la causa de que estos tipos de microhábitat fueron los más explotados por los anfibios. Las ranas se encontraron en todos los microhábitats, lo que se debe a la representatividad de la familia Craugastoridae, que por su tipo de reproducción directa no la hace dependiente de cuerpos de agua, pero sí de la humedad relativa (Stebbins y Cohen, 1997), por lo que puede ser capaz de explotar una cantidad mayor de microhábitats. En cuanto a las salamandras, se encontraron solamente en el microhábitat fosorial, ya que la mayoría de las especies de la familia Plethodontidae tiene hábitos fosoriales y terrestres (Murrieta-Galindo *et al.*, 2013a).

Para los reptiles, el microhábitat más explotado fue el terrestre, lo que coincide con los estudios herpetofaunístico realizados por Ramírez-Bautista y Nieto-Montes de Oca (1997), Xelano-Conde (2004), Aguilar-López y Canseco-Márquez (2006) y Villegas-García *et al.* (2015), ya que por su naturaleza, muchas lagartijas y serpientes se pueden encontrar forrajeando buscando alimento, lo que también puede explicar que se hayan encontrado en la mayoría de los microhábitats. Debido a que la mayoría de las especies de este estudio utilizaron solamente un tipo de microhábitat, se puede decir que éstas presentan cierta especialidad en el uso de estos, lo que podría explicarse por el hecho de ser especies especialistas y muchas de ellas requieren microhábitats específicos para sobrevivir y reproducirse (Brown, 2001). Sólo *Sceloporus variabilis* se registró en los cinco microhábitats, debido a que no presenta especificidad en cuanto al uso de microhábitat.

Distribución altitudinal

La mayoría de los anfibios y reptiles presentaron una distribución altitudinal restringida. El hecho de que estas especies tengan un rango altitudinal restringido puede deberse a que la altitud en la que se encuentran tiene influencia en los requerimientos para desarrollarse que puedan tener algunas especies con hábitos específicos, como puede ser el tipo de vegetación presente en ese estrato altitudinal, la humedad o la temperatura (Ramírez-Bautista y Moreno, 2006). Otro factor que puede contribuir a la presencia de algunas especies en un solo rango altitudinal es el hecho de que en este estudio la mayoría de ellas fueron registradas como especies raras, por lo que debe considerarse que se podrían encontrar en un gradiente más amplio de altitud, sin embargo, no se registraron en el estudio. Por el contrario, las especies de anfibios y reptiles que se reportaron como especies con una distribución intermedia y amplia, pueden tener una tolerancia mayor a la altitud, así como hábitos no tan específicos en cuanto al tipo de vegetación, microhábitat, temperatura y humedad que necesiten para sobrevivir (Ramírez-Bautista y Moreno, 2006).

Diversidad beta

Los índices de diversidad beta correspondientes a los tipos de vegetación y localidades de recolecta en general indican que existe una alta diferencia de especies. La vegetación secundaria y los suelos de uso antropogénico tuvieron el porcentaje más alto de recambio de especies, ya que en esa zona los suelos de uso antropogénico no están presentes aún. Por otro lado, el bajo porcentaje de recambio de especies entre el bosque de pino-encino y los suelos de uso antropogénico puede deberse a que en este tipo de vegetación hay un mayor porcentaje de cultivos y potreros, además de que por ser árboles maderables, se deforesta el bosque y esos lugares se ocupan como plantaciones de pino.

Además de esto, la heterogeneidad y las características de los tipos de vegetación pueden influir en las especies que albergan. Si dos tipos de vegetación son más parecidos, el porcentaje de recambio de especies puede ser menor, como es el caso del bosque mesófilo de montaña y la vegetación secundaria. Halffter y Moreno (2005) mencionan que la biota cambia de acuerdo con sus necesidades de explotación de recursos alimenticios y espaciales, ya que la oferta de recursos en cada uno de los hábitats y los recursos que estos ofrecen al componente de fauna son distintos. Estos mismos resultados se obtuvieron con el índice de complementariedad, en donde el bosque de pino-encino y los suelos de uso antropogénico tuvieron el menor porcentaje de complementa-



riedad, lo que significa que son más parecidos en cuanto a composición de especies, contrario a la vegetación secundaria y los suelos de uso antropogénico, en donde el porcentaje de complementariedad fue mayor.

En cuanto a las localidades de recolecta, se tiene que entre Santa Cruz/Sierra de Agua y Palo Verde hay un menor porcentaje de recambio de especies, mientras que para La Carbonera y Santa Cruz/Sierra de Agua el recambio de especies fue mayor. Esto puede deberse a la distancia que hay entre las localidades de recolecta, las cuales se encuentran repartidas en estratos altitudinales marcados y divididos por barreras físicas, ya que la diferenciación de las biotas es afectada por la discontinuidad abrupta o gradual en la estructura del ambiente en el espacio (Halffter y Moreno, 2005; Rodríguez y Arita, 2005). Ruokolainen y Tuomisto (2002), Rodríguez y Arita (2004) y Valencia *et al.* (2004) mencionan que el recambio de especies aumenta conforme se incrementa la distancia entre los sitios, como es el caso de La Carbonera y Santa Cruz/Sierra de Agua que se encuentran más alejadas y tienen un valor mayor de recambio de especies. Lo mismo ocurre con el índice de complementariedad: Santa Cruz/Sierra de Agua y Palo Verde tienen un porcentaje de complementariedad menor, mientras que La Carbonera y Santa Cruz/Sierra de Agua tienen una mayor complementariedad.

Los resultados del índice de Sorensen cuantitativo no coincidieron con los obtenidos por los otros índices. De acuerdo con este índice, los tipos de vegetación más similares son la vegetación secundaria y el bosque de galería. Esto puede deberse a que este índice toma en cuenta la abundancia de las especies. Plotkin *et al.* (2002) menciona que la abundancia de las especies en una región tendrá un efecto significativo en la similitud observada entre dos muestras más pequeñas de esta región, de manera que si hay pocas especies comunes dominantes, la similitud en la composición de especies entre las muestras será alta. Esto ocurre entre la vegetación secundaria y el bosque de galería, así como en las localidades de Palo Verde y La Carbonera, en donde, a pesar de compartir muy pocas especies, la abundancia de *Sceloporus variabilis* equivale a aproximadamente dos tercios de la abundancia de las especies compartidas.

Diversidad gamma

De acuerdo con los valores de diversidad alfa y beta, tanto para los tipos de vegetación como para las localidades de recolecta, se puede decir que la diversidad beta es más responsable de la riqueza

de gamma, ya que existe un alto reemplazo de especies entre los sitios muestreados y los valores de diversidad alfa son siempre menores al valor total de gamma, por lo que, según Halffter y Moreno (2005), cuando la diversidad gamma no es igual o muy semejante al valor más alto de alfa, ninguna comunidad es tan rica como gamma y la diversidad beta, a través de la complementariedad, es la principal responsable de la riqueza de gamma.



Conclusiones

Se aporta el primer estudio herpetofaunístico para el municipio de Nogales, Veracruz, en donde la riqueza de la herpetofauna es de 46 especies, distribuidas en 15 familias y 36 géneros.

Cerca del 50% de las especies se encuentra en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el 28.26% según la lista roja de la IUCN. El 60.86% de la herpetofauna registrada es endémica de México y tres especies se distribuyen solamente en el estado de Veracruz.

El municipio de Nogales cuenta con una alta diversidad de anfibios y reptiles que están en riesgo debido a factores antropogénicos como la deforestación, la contaminación de ríos y la muerte de los animales por parte de los pobladores por desconocimiento y miedo.

Se aporta el primer registro de la salamandra *Isthmura bellii* para el estado de Veracruz y de la rana *Spea multiplicata* para el bosque de pino-encino en el Pico de Orizaba.

Hace falta un mayor esfuerzo de muestreo para que se complete el número de especies esperado por los estimadores no paramétricos.

La mayor parte de las especies de anfibios y reptiles se distribuye en el bosque mesófilo de montaña, por lo que se debe dar prioridad a la conservación de este tipo de vegetación.

La heterogeneidad de hábitats y factores espaciales provoca que haya un alto reemplazo de especies tanto para los tipos de vegetación como para las localidades de recolecta.

Se recomienda realizar planes de manejo y estrategias de conservación en el municipio, específicamente en la localidad de Santa Cruz/Sierra de Agua, ya que no forma parte del Parque Nacional.



Literatura citada

- Adler, K. (1996). The salamanders of Guerrero, Mexico, with descriptions of five new species of *Pseudoeurycea* (Caudata: Plethodontidae). *Occasional Papers of the museum of Natural History of the University of Kansas*, 177, 1-28.
- Aguilar-López, J. L. y Canseco-Márquez, L. (2006). Herpetofauna del municipio de Las Choapas, Veracruz, México. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*, 14, 20–37.
- Aldrich, M., Billington, C., Edwards, M. y Laidlaw, R. (1997). Tropical montane cloud forests: an urgent priority for conservation. *WCMC Biodiversity Bulletin*, 2, 1–14.
- Almaráz-Vidal, D. y Cerón-de la Luz, N. M. (2016). Listado y distribución de la herpetofauna de la zona centro-oriental de Veracruz, México. *BIOMA*, 4, 21–34.

- Blaustein, A. R., Wake, D. B. y Sousa, W. P. (1994). Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation Biology*, 8, 60-71.
- Brown, G. W. (2001). The influence of habitat disturbance on reptiles in a Box-Ironbark eucalypt forest of south-eastern Australia. *Biodiversity & Conservation*, 10, 161-176.
- Cabrera-Guzmán, E. (2005). *Estructura de las comunidades de anfibios y reptiles en fragmentos pequeños de bosque tropical perennifolio de los Tuxtlas, Veracruz* [tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Campbell, J. A. (1999). Distribution patterns of amphibians in Middle America. En W. E Duellman (Ed.), *Patterns of distribution of amphibians: a global perspective* (111-210). The Johns Hopkins University Press.
- Canfield-Limón, R. (2009). *Datos ecológicos de la herpetofauna del Parque Nacional "Cañón de Río Blanco" Veracruz* [tesis de doctorado, Universidad Veracruzana].
- Canseco-Márquez, L. (1996). *Estudio preliminar de la herpetofauna en la Cañada de Cuicatlán y Cerro Piedra Larga, Oaxaca* [tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla].
- Canseco-Márquez, L. y Gutiérrez-Mayén, M. G. (2010). *Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Conabio; Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán AC; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Cardona-Botero, V. E., Viáfara-Vega, R. A., Valencia-Zuleta, A., Echeverry-Bocanegra, A., Hernández-Córdoba, O. D., Jaramillo-Martínez, A. F., Galvis-Cruz, R., Gutiérrez, J. A. y Castro-Herrera, F. (2012). Diversidad de la herpetofauna en el Valle del Cauca (Colombia): un enfoque basado en la distribución por ecoregiones, altura y zonas de vida. *Biota Colombiana*, 14, 156-233.
- Casas-Andreu, G. y McCoy, C. J. (1979). *Anfibios y reptiles de México: claves ilustradas para su identificación*. Limusa.
- Casas-Andreu, G., Valenzuela-López, G. y Ramírez-Bautista, A. (1991). *Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles*. Cuadernos del Instituto de Biología 10.



- Cerón-De La Luz, N. M., Lemos-Espinal, J. A. y Smith, G. R. (2016). A diversity and conservation inventory of the Herpetofauna of the Cuautlapan Valley, Veracruz, Mexico. *Zootaxa*, 4205, 127–142.
- Cerón-De la Luz, N. M. (2010). *Anfibios y reptiles del Valle de Cuautlapan municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz* [tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana].
- Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K. y Shen, T. (2004). Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. *Ecology Letters*, 8, 148–159.
- Colwell, R. K. y Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 345, 101–118.
- Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9*.
- Conabio. (2011). *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Conabio; Gobierno del Estado de Veracruz; Universidad Veracruzana; Instituto de Ecología; A.C. México.
- Cromer, R. B., Lanham, J. D. y Hanlin, H. H. (2002). Herpetofaunal response to gap and skidder-rut wetland creation in a southern bottomland hardwood forest. *Forest Science*, 48, 407–413.
- Domínguez-Vega, H., Zuria, I. y Fernández-Badillo, L. (2018). An uncommon habitat for a common salamander: *Isthmura belii* in arid tropical scrub. *Amphibia-Reptilia*, 39, 239–244.
- Duellman, W. E. (2001). *The hylid frogs of Middle America, Volume 1*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles; Natural History Museum of the University of Kansas.
- Duellman, W. E. y Trueb, L. (1986). *Biology of Amphibians*. Mc Graw-Hill.
- Duellman, W. E. y Trueb, L. (1994). *Biology of amphibians*. The Johns Hopkins University Press.
- Escalante-Espinosa, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos*, 52, 53–56.
- Flores Villela, O. (1991). *Análisis de la distribución de la herpetofauna de México* [tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Flores-Villela, O. y Gerez-Fernández, P. (1994). *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Conabio; UNAM.

- Flores-Villela, O., Mendoza-Quijano, F. y González-Porter, G. (1995). Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. *Publicaciones Especiales Del Museo de Zoología*, 10, 1–285.
- Flores-Villela, O. (1998a). Herpetofauna de México: distribución y endemismo. En T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, J. Fa (Eds.), *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución* (251–278). Instituto de Biología, UNAM.
- Flores-Villela, O. (1998b). Herpetofauna del Estado de Veracruz. Facultad de Ciencias, UNAM; Bases de datos SNIB-CO-NABIO, proyecto A027.
- Flores-Villela, O. y Conabio. (2020). Herpetofauna del Estado de Veracruz. Conabio. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/qcgc0e> acceso vía GBIF.org el 2020-06-17.
- Flores-Villela, O. y Canseco-Márquez, L. (2004). Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta zoológica mexicana (N. S.)*, 20, 115–144.
- Flores-Villela, O. y García-Vázquez, U. O. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 467–475.
- González-Romero, A. y Murrieta-Galindo, R. (2008). Anfibios y reptiles. En R. Manson, V. Hernández-Ortíz, S. Gallina y K. Mehltreter (Eds.), *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz Biodiversidad, manejo y conservación* (135–147). INECOL; INE-SEMARNAT.
- Guzmán-Guzmán, S., Morales-Mávil, J. E. y Pineda-Arredondo, E. O. (2011). Anfibios. En A. Cruz-Angón (Ed.), *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado* (517–529). Conabio; Gobierno del Estado de Veracruz; Universidad Veracruzana; Instituto de Ecología; A.C. México.
- Guzmán-Guzmán, S. (2011). *Anfibios y reptiles de Veracruz: guía ilustrada*. Gobierno del Estado de Veracruz; Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología.
- Halffter, G. (1998). A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biology International*, 36, 3–17.
- Halffter, G. y Moreno, C. E. (2005). Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. En G. Halffter, J. Sobrón, P. Koleff y A. Melic (Eds.), *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma* (5–18). Conabio; SEA; Grupo DIVERSITAS; Conacyt.
- Halliday, T. y Adler, K. (2007). *La gran enciclopedia de los anfibios y reptiles*. Libsa.



- Hammer, Ø., Harper, D. A., y Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4, 1–9.
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151–161.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 2, 363–375.
- Juárez-Ramírez, M. C., Aguilar-López, J. L. y Pineda, E. (2016). Protected natural areas and the conservation of amphibians in a highly transformed mountainous region in Mexico. *Herpetological Conservation and Biology*, 11, 19–28.
- Lips, K. R., Mendelson, J. R., Muñoz-Alonso, A., Canseco-Márquez, L. y Mulcahy, D. G. (2004). Amphibian population declines in montane southern Mexico: Resurveys of historical localities. *Biological Conservation*, 119, 555–564.
- Llorente-Bousquets, J. y Ocegueda, S. (2008). Estado del conocimiento de la biota. En Conabio, *Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento Actual de La Biodiversidad* (238–322). Conabio.
- Luiselli, L. (2006). Resource partitioning and interspecific competition in snakes: The search for general geographical and guild patterns. *Oikos*, 114, 193–211.
- Luria-Manzano, R. y Gutierrez-Mayén, G. (2014). Reproduction and diet of *Hyla euphorbiacea* (Anura: Hylidae) in a pine-oak forest of southeastern Puebla, México. *Vertebrate Zoology*, 64, 207–213.
- Luría-Manzano, R., Oropeza-Sánchez, M. T., Aguilar-López, J. L., Díaz-García, J. M. y Pineda, E. (2019). Dieta de la rana de hojarasca *Craugastor rhodopis* (Anura: Craugastoridae): una especie abundante en la región montañosa del este de México. *Revista de Biología Tropical*, 67, 196–205.
- Mather, C. M. y Sites Jr, J. W. (1985). *Sceloporus variabilis*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, 373, 1–3.
- McAleece, N., Gage, J. D. G., Lamshead, P. J. D. y Paterson, G. L. J. (1997). *BioDiversity Professional statistics analysis software* (versión 2.0) [software]. Scottish Association for Marine Science; Natural History Museum London.
- Meza-Parral, Y. y Pineda, E. (2015). Amphibian diversity and threatened species in a severely transformed neotropical Region in Mexico. *PLoS ONE*, 10, 1–14.

- Morales-Mávil, J. E. y Cañedo-Villa, J. T. (1998). Notas sobre el uso de la fauna silvestre en Catemaco, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana (N. S.)*, 73, 127–143.
- Morales-Mávil, J. E. y Suárez-Domínguez, E. A. (2010). Registro de géneros de vertebrados por municipio. En S. Cram-Heydrich y A. Mendoza-Cantú (Eds.), *Atlas regional de impactos derivados de las actividades petroleras en Coahuila de Zaragoza, Veracruz* (53–65). SEMARNAT; Instituto Nacional de Ecología; UNAM.
- Morales-Mávil, J. E., Guzmán-Guzmán, S., Canseco-Márquez, L., Pérez Higareda, G., González-Romero, A. y Vogt, R. C. (2011). Reptiles: diversidad y conservación. En A. Cruz-Angón (Ed.), *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado* (531–543). Conabio; Gobierno del Estado de Veracruz; Universidad Veracruzana; Instituto de Ecología; A.C. México.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA.
- Morrone, J. J. y Márquez, J. (2008). Biodiversity of Mexican terrestrial arthropods (Arachnida and Hexapoda): a biogeographical puzzle. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 24, 15–41.
- Murrieta-Galindo, R. (2007). *Diversidad de anfibios en cafetales en la zona centro del estado de Veracruz, México* [tesis de maestría, Instituto de Biología, A. C.].
- Murrieta-Galindo, R., González-Romero, A., López-Barrera, F. y Parra-Olea, G. (2013a). Coffee agrosystems: an important refuge for amphibians in central Veracruz, México. *Agroforestry Systems*, 87, 767–779.
- Murrieta-Galindo, R., López-Barrera, F., González-Romero, A. y Parra-Olea, G. (2013b). Matrix and habitat quality in a montane cloud-forest landscape: Amphibians in coffee plantations in central Veracruz, México. *Wildlife Research*, 40, 25–35.
- Parra-Olea, G., García-París, M. y Wake, D. B. (1999). Status of some populations of Mexican salamanders (Amphibia: Plethodontidae). *Revista de Biología Tropical*, 47, 217–223.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 460–466.
- Pelcastre-Villafuerte, L. y Flores-Villela, O. A. (1992). Lista de especies y localidades de recolecta de la herpetofauna de Veracruz, México. *Publicaciones especiales del Museo de Zoología*, 4, 25–96.



- Pérez-Sato, J. A., Cerón-de la Luz, N. M., Serina-Lagunes, R., Rivera-Hernández, J. E., Mora-Collado, N. y Salazar-Ortiz, J. (2018). Herpetofauna de tres localidades del municipio de Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. *Agroproductividad*, 11, 38–44.
- Pineda, E. y Halfpeter, G. (2004). Species diversity and habitat fragmentation: Frogs in a tropical montane landscape in Mexico. *Biological Conservation*, 117, 499–508.
- Plotkin, J. B. y Muller-Landau, H. C. (2002). Sampling the Species Composition of a Landscape. *Ecology*, 83, 3344–3356.
- Pough, F. H., Andrews, R. M., Cadle, J. E., Crump, M. L., Savitsky, A. H. y Wells, K. D. (2004). *Herpetology*. Prentice Hall.
- Ramírez-Bautista, A. y Nieto-Montes de Oca, A. (1997). Ecogeografía de anfibios y reptiles. En E. R. González-Soriano, Dirzo y R. C. Vogt (Eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas* (524–532). UNAM; Conabio.
- Ramírez-Bautista, A. (2004). Diversidad de estrategias reproductivas en un ensamble de lagartijas de una región tropical estacional de las costas del Pacífico de México. *Boletín De La Sociedad Herpetológica Mexicana*, 12, 7–16.
- Ramírez-Bautista, A. y Moreno, C. (2006). Análisis comparativo de la herpetofauna de cuatro regiones geográficas de México. En A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (Eds.), *Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad* (74–98). Sociedad Herpetológica Mexicana; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Rivera-Hernández, J. E. (2015). *Flora, vegetación y priorización de áreas de conservación del Parque Nacional Cañón del Río Blanco, Veracruz, México* [tesis de doctorado, Universidad Nacional de Costa Rica].
- Rodríguez, P. y Arita, H. T. (2004). Beta diversity and latitude in North American mammals: Testing the hypothesis of covariation. *Ecography*, 27, 547–556.
- Rodríguez, P. y Arita, H. T. (2005). La diversidad beta como un elemento integrador de distintos patrones macroecológicos. En G. Halfpeter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (Eds.), *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma* (41–52). Monografías Tercer Milenio.

- Rodríguez-Caro, R. C., Gracia, E., Anadón, J. D. y Giménez, A. (2013). Maintained effects of fire on individual growth and survival rates in a spur-thighed tortoise population. *European Journal of Wildlife Research*, 59, 911–913.
- Rugiero, L. y Luiselli, L. (1995). Food Habits of the Snake *Coluber Viridiflavus* in Relation to Prey Availability. *Amphibia-Reptilia*, 16, 407–411.
- Ruokolainen, K. y Tuomisto, H. (2002). Beta-diversity in tropical forests. *Science*, 297, 1439.
- Rzedowski, J. (1993). Diversity and origins of the phanerogamic flora of Mexico. En T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, J. Fa (Eds.), *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution* (129–144). Oxford University Press.
- Santos, X. y Cheylan, M. (2013). Taxonomic and functional response of a Mediterranean reptile assemblage to a repeated fire regime. *Biological Conservation*, 168, 90–98.
- Santos, X. y Poquet, J. M. (2010). Ecological successions and habitat attributes affect the postfire response of a Mediterranean reptile community. *European Journal of Wildlife Research*, 56, 895–905.
- Schluter, D. y Ricklefs, R. E. (1993). Species diversity: an introduction to the problem. En D. Schluter y R. E. Ricklefs. (Eds.), *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives* (1–12). The University of Chicago Press.
- SEMARNAT. (2019, 14 de noviembre). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF).
- SEDESOL. (2011). *Atlas de riesgos del municipio de Nogales, Veracruz*. Conocimiento Integral para el Desarrollo, S. A. de C. V.
- Sites, J. W., Archie, J. W., Cole, C. J. y Flores-Villela, O. (1992). A review of phylogenetic hypotheses for lizards of the genus *Sceloporus* (Phrynosomatidae): implications for ecological and evolutionary studies. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 213, 1–110.
- Soberón, J. y Llorente, J. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation biology*, 7, 480–488.
- StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10.0.
- Stebbins, R. C. y Cohen, N. W. (1997). *A natural history of amphibians*. Princeton University Press.



- Sues, H. D. (2019). *The rise of reptiles: 320 million years of evolution*. Johns Hopkins University Press.
- Urbina-Cardona, J. N. y Reynoso, V. H. (2005). Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en los Tuxtlas, Veracruz, México. En G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (Eds.), *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma* (191–207). Monografías Tercer Milenio.
- Urbina-Cardona, J. N. y Reynoso, V. H. (2017). Descripción y modelado del microhábitat de los anfibios y reptiles que habitan la selva alta perennifolia de los Tuxtlas. En V. H. Reynoso, R. I. Coates y M. L. Vázquez-Cruz (Eds.), *Avances y perspectivas en la investigación de los bosques tropicales y sus alrededores: La región de los Tuxtlas* (371–400). Instituto de Biología, UNAM.
- Uribe-Peña, Z., Ramírez-Bautista, A. y Casas-Andreu, G. (1999). *Anfibios y reptiles de las Serranías del DF, México*. Cuadernos del Instituto de Biología 32.
- Valencia, R., Foster, R. B., Villa, G., Condit, R., Svenning, J. C., Hernández, C., Romole-roux, K., Losos, E., Magård, E. y Balslev, H. (2004). Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: Large forest plot in eastern Ecuador. *Journal of Ecology*, 92, 214–229.
- Vargas-Santamaría, F. y Flores-Villela, O. (2006). Estudio herpetofaunístico en el Playón de Mexiquillo y áreas adyacentes en la costa sur del estado de Michoacán, México. En A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (Eds.), *Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad* (110–139). Sociedad Herpetológica Mexicana; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Vázquez-Cisneros, N. R. (2006). Herpetofauna de dos áreas perturbadas del municipio de Córdoba, Veracruz. En A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (Eds.), *Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad* (251–265). Sociedad Herpetológica Mexicana; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

- Vázquez-Cruz, V. (2015). *Anfibios y reptiles de la colonia agrícola Rincón de las Flores, Tezonapa, Veracruz* [tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana].
- Vázquez-Torres, S., Carvajal, H. y Aquino-Zapata, A. M. (2010). Áreas Naturales Protegidas. En E. Florescano, J. Ortiz-Escamilla (Eds.), *Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz* (249–274). Universidad Veracruzana; Gobierno del Estado de Veracruz; Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Villaseñor, J. L. (2010). *El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares. Catálogo florístico-taxonómico*. Conabio; UNAM.
- Villegas-García, R., Vázquez-Vega, L. F., Caviedes-Solís, I. W., Solano-Zavaleta, I. y Flores-Villela, O. (2015). *Estudio herpetofaunístico de la Sierra Mazateca, Oaxaca, México*. UNAM; Conabio.
- Vitt, L. J. y Vangilder, L. D. (1983). Ecology of a snake community in northeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 4, 273–296.
- Vitt, L. J. y Caldwell, J. P. (2014). *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. ELSEVIER Inc.
- Welsh, H. H. y Droege, S. (2001). A case for using plethodontid salamanders for monitoring biodiversity and ecosystem integrity of North American forests. *Conservation Biology*, 15, 558–569.
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21, 213–251.
- Xelano-Conde, J. M. (2004). *Estudio herpetofaunístico del Municipio de Zacatlán, Puebla* [tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla].



**Guía de campo
de los anfibios
y reptiles del
municipio de
Nogales, Veracruz**

Anexo 1



Con esta guía de campo se pretende poner al alcance de las personas que habitan Nogales, Veracruz, información acerca de las especies de anfibios y reptiles que se encuentran en este municipio y de esta manera disminuir los accidentes que se puedan dar al encontrarse con alguna especie de estas. Las creencias son que todos estos animales son venenosos o peligrosos de alguna manera, cuando en realidad sólo una pequeña parte de estas especies puede causar algún daño al ser humano.

Las fichas que se ofrecen en esta guía permiten identificar y conocer datos generales de las especies de anfibios y reptiles que habitan en el municipio de Nogales, Veracruz. Cada ficha contiene los siguientes datos:

- **Nombre común:** nombres por el cual se le conoce a la especie en la zona.
- **Nombre científico:** nombre de identificación de la especie, es de uso mundial, comprende el género, la especie, el autor o autores que describieron a la especie y el año en que fue descrita.
- **Peligrosidad:** si la especie es peligrosa para el ser humano.
- **Descripción:** características generales de la especie.
- **Historia natural:** información general de la especie, como la vegetación en donde vive, sus hábitos, alimentación y reproducción.
- **Distribución y endemismo:** distribución de la especie dentro del país y su nivel de endemismo.
- **Distribución dentro del municipio:** lugar en donde fue registrada la especie en el municipio.
- **Estatus de conservación:** información que nos dice si la especie se encuentra en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-2010 y la lista roja de la IUCN.
- **Fotografía:** imagen del organismo que se describe.



Anfibios





Los anfibios son animales que pasan una parte de su vida en ambientes acuáticos y otra en terrestres (Duellman y Trueb, 1994). Dentro de los anfibios hay tres grupos de animales: las ranas y sapos (Anuros), que presentan extremidades posteriores alargadas especializadas para saltar, cuerpos cortos, sin cola, con cabeza y ojos grandes; las salamandras (Caudados) cuentan con un cuerpo alargado, sus patas son pequeñas y generalmente del mismo tamaño, tienen cola larga; las cecilias (Gymnophionas) tienen cuerpo alargado, no tienen extremidades y tienen ojos muy reducidos, por lo que son organismos con una vida subterránea (Wells, 2010).

En general, los anfibios son organismos de talla pequeña, aunque hay algunas especies que alcanzan tamaños grandes. Son ectotermos, es decir que son incapaces de producir su propio calor corporal y su temperatura depende del ambiente (Wells, 2010).

La característica principal de los anfibios es su piel, que es altamente vascularizada, lo que la hace permeable al agua, así que, en lugar de tomar agua, la absorben de su entorno por medio de la piel. Además del agua, también tienen intercambio de gases por medio de la piel, lo que les ayuda a respirar (Ramírez-Bautista et al., 2009). Todos los anfibios ponen huevos que carecen de una cáscara dura, por lo que son colocados en lugares húmedos (Wells, 2010). En muchas especies de anfibios, del huevo sale una larva acuática (renacuajo) que se desarrolla y sufre una metamorfosis para convertirse en adulto y adaptarse a la vida terrestre (desarrollo indirecto). En otras especies, del huevo emerge un organismo pequeño similar al adulto (desarrollo directo).



Ajolote del altiplano, Ajolote

Nombre científico: *Ambystoma velasci* (Dugés, 1888)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: las formas larvarias de esta especie alcanzan una longitud total de 250 mm; tienen la cabeza ancha y algo aplanada, con tres pares de branquias externas; detrás de la cabeza tienen una aleta que recorre todo el dorso hasta la punta de la cola y otra aleta por debajo de la



cola; los adultos terrestres son más pequeños, pueden medir 170 mm de longitud total; el cuerpo es más delgado y carece de branquias externas; la cola es plana y es casi del mismo tamaño que del cuerpo; la coloración de la forma larvaria es verdosa o con manchas amarillas irregulares; en los adultos, el color del dorso es

negro, puede tener manchas amarillas que pueden formar pequeñas barras en los costados; el color del vientre es blanco o grisáceo, con coloración amarillenta en los costados del cuerpo (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Historia natural: esta especie habita principalmente pastizales de bosques y pastizales semiáridos, en lagos profundos, pozas poco profundas, estanques artificiales y charcas de arroyos libres de peces; tiene hábitos terrestres y acuáticos; se alimenta de insectos; su reproducción es ovípara con desarrollo indirecto; se reproducen con la llegada de las primeras lluvias del año (Webb, 2004).

Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye desde la Sierra Madre Occidental, al sur de Michoacán, Estado de México, Querétaro, Hidalgo, San Luis Potosí, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas, Jalisco y en la Sierra Madre Oriental hacia Coahuila.

Distribución dentro del municipio: se registró en bosque de pino-encino en El Nicho, cerca de Santa Cruz/Sierra de Agua, en la laguna del Tule.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Protección especial), IUCN (ninguna).

Salamandra de cafetal, Tlaconete, Salamandra

Nombre científico: *Aquiloemycea cafetalera* (Parra-Olea, Rovito, Márquez-Valdelamar, Cruz, Murrieta-Galindo & Wake, 2010)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una especie de tamaño mediano, las hembras son más grandes que los machos, tienen una longitud total de 59 mm; son de cuerpo robusto y cabeza relativamente ancha; el hocico es redondeado en las hembras y cuadrado en machos, la cabeza es sólo un poco más ancha que el cuello, tiene 13 surcos costales; las patas son relativamente largas, los dedos son cortos y apenas sobresalen de la membrana interdigital; el dorso es color café chocolate, tiene pequeñas motas grises en el hocico, la parte lateral de la cabeza y del cuerpo es café con algunas manchitas grises, el vientre y la garganta es color gris claro con manchas café (Parra-Olea *et al.*, 2010).



Fotografía de Miguel Ángel de la Torre Loranca

Historia natural: habita bosques húmedos y cafetales; es una especie terrestre, por lo que se le puede encontrar sobre la hojarasca, en pequeños arbustos, bromelias, en la base de los árboles y debajo de troncos; tiene hábitos nocturnos; se alimenta de pequeños insectos; su reproducción es ovípara con desarrollo directo (Aguilar-López *et al.*, 2017).

Distribución y endemismo: es endémica de México, sólo se conocen algunas localidades de distribución en los estados de Puebla y Veracruz.

Distribución dentro del municipio: se registró entre La Carbonera y Palo Verde, cerca de Escuela Vieja, en bosque mesófilo de montaña (BMM), dentro del estómago de una falsa coralillo.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (Vulnerable).



Tlaconete pinto, Tlaconete, Ajolote de tierra, Salamandra

Nombre científico: *Isthmura bellii*
(Gray, 1850)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una especie de salamandra de tamaño grande, puede medir hasta 165 mm de longitud hocico cloaca



(LHC); la cola puede ser tan larga como el cuerpo; la cabeza es ancha y ovalada; su cuerpo y cola son robustos; los ojos son grandes; los dedos de las patas son cortos; la coloración del dorso es negro, tiene manchas rojizas o anaranjadas acomodadas por pares que corren por todo el dorso; en la cabeza, detrás de los ojos tiene dos manchas rojizas o anaranjadas; el vientre es un poco más claro que el dorso (Parra-Olea, *et al.*, 2005).

Historia natural: habita en ambientes templados, en bosques tropicales, BMM, bosque de pino, encino y pino-encino; es una especie de hábitos terrestres, se le puede encontrar en agujeros, debajo de rocas, troncos podridos, en la hojarasca y cuevas en las raíces de los árboles; es de actividad diurna; se alimenta de una gran variedad de pequeños invertebrados, como escarabajos, chinches, larvas, cochinillas, milpiés y arañas; su reproducción es ovípara con desarrollo directo (Parra-Olea, *et al.*, 2005).

Distribución y endemismo: es endémica de México; tiene una amplia distribución en el país, en la Sierra Madre Occidental, desde Nayarit hasta Michoacán, en la Sierra Madre Oriental se encuentra desde el sur de Tamaulipas hasta Hidalgo, en la Sierra Madre del Sur se encuentra en Guerrero y en la Faja Volcánica Transmexicana se distribuye en la Ciudad de México, Puebla, Estado de México, Morelos y Tlaxcala; éste es el primer registro que se tiene para el estado de Veracruz.

Distribución dentro del municipio: se observó en La Carbonera, cerca de cultivos.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Amenazada), IUCN (Vulnerable).

Tlaconete de Acultzingo, Tlaconete, Salamadra



Nombre científico: *Pseudoeurycea firscheini* Shannon & Werler, 1955.

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una salamandra de talla mediana, se han reportado organismos de 22 mm de LHC; la cabeza es un poco más ancha que el cuello; tiene 14 surcos costales; las pa-

tas son largas; los dedos de las patas tienen poca membrana interdigital; la coloración del cuerpo es gris oscuro con manchas café rojizas; en los costados presenta manchas color gris plata; la parte dorsal de las patas es de color café rojizo; la cola tiene manchas irregulares de color claro (Shannon y Werler, 1995).

Historia natural: es una especie rara de ver, habita en bosques de pino-encino y BMM; es una salamandra terrestre, se le ha encontrado debajo de rocas y sobre la hojarasca; se ha registrado que come hormigas (Shannon y Werler, 1995).

Distribución y endemismo: es endémica de México y del estado de Veracruz; se ha reportado sólo para algunas localidades dentro de la zona montañosa de Veracruz, en la frontera con Puebla.

Distribución dentro del municipio: se registró en la localidad de Palo Verde, en BMM bien conservado, sobre la hojarasca.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Protección especial), IUCN (En peligro de extinción).



Salamandra pigmea veracruzana, Tlaconete.

Nombre científico: *Thorius pennatulus* Cope, 1869

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una especie muy pequeña de salamandra, llega a medir 18 mm de longitud total; los machos son un poco más pequeños que las hembras; la forma del hocico es puntiaguda; los ojos son prominentes; las patas son relativamente largas; los dedos son cortos; la cola normalmente es más larga que el resto del cuerpo; el dorso es gris oscuro, con presencia de una banda dorsal más clara que los lados, la banda tiene barras negras que forman un patrón de “v”; el vientre es más claro y tiene pequeñas manchas blancas (Hanken y Wake, 1998).

Historia natural: su hábitat natural son los bosques montañosos húmedos, como el BMM, el bosque de pino-encino, así como plantaciones; se le puede encontrar debajo de rocas, sobre la hojarasca y debajo de troncos podridos; es una especie de hábitos terrestres, se alimenta de pequeños insectos; su reproducción es ovípara con desarrollo directo (Hanken y Wake, 1998).

Distribución y endemismo: es endémica de México y sólo se distribuye en el estado de Veracruz, en la zona central montañosa.

Distribución dentro del municipio: se registró en Santa Cruz/

Sierra de Agua, en suelos de uso antropogénico, cerca de bosque de pino-encino.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Protección especial), IUCN (En peligro de extinción).



Sapo, Sapo de los pinos

Nombre científico: *Incilius occidentalis* (Camerano, 1879)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: sapo de tamaño mediano y cuerpo robusto, pueden llegar a tener una LHC de 86 mm; los machos son más pequeños que las hembras; las patas son cortas y robustas; la textura del cuerpo es verrugosa; presenta glándulas parótidas de tamaño medio, de aspecto globoso; posee unas crestas craneales bien desarrolladas; los dedos de la patas son cortos y redondeados; la coloración del dorso consiste en manchas irregulares de color verde oscuro, en un fondo café amarillento; pueden presentar dos manchas vertebrales de color verde olivo oscuro; el vientre es color crema inmaculado y las puntas de los dedos son oscuras (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).



Historia natural: se puede encontrar en ambientes templados altamente fluctuantes, como matorral xerófilo o espinoso y bosques de encino y pino-encino; tiene hábitos nocturnos, aunque se le puede encontrar durante el día saltando en la hojarasca; se encuentra asociada a cuerpos de agua;

su dieta se basa principalmente en invertebrados como termitas, escarabajos, hormigas y arañas; su tipo de reproducción es ovíparo con desarrollo indirecto (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).

Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye desde el norte de México en Sonora y Chihuahua, hacia el sur en los estados de Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Morelos y el Estado de México.

Distribución dentro del municipio: se observó un ejemplar por la noche cruzando una calle en la zona urbana de La Carbonera.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Rana de hojarasca decorada, Ranita

Nombre científico: *Craugastor decoratus* (Taylor, 1942)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: rana de cuerpo corto y delgado, las hembras son más grandes que los machos, pueden medir hasta 60 mm de LHC; los ojos son relativamente grandes, el hocico es corto y redondeado; la piel es granular con tubérculos grandes cerca del tímpano; los dedos de las patas delanteras son cortos y las puntas son un poco expandidas; no tienen membrana entre los dedos de las patas; su coloración es variable, por lo general el dorso es de color verde con manchas café que contrastan; las patas traseras tienen barras café; el vientre está manchado de negro (Lemos-Espinal y Dixon, 2013).

Historia natural: esta especie habita bosques de pino-encino y bosque mesófilo de montaña (BMM); prefieren vivir en cuevas, sobre superficies frías y arenosas, troncos podridos y bajo troncos caídos; tienen actividad diurna y nocturna; son de hábitos fosoriales, terrestres y arborícolas; se alimentan principalmente de grillos y escarabajos; su reproducción es ovípara con desarrollo directo (Lemos-Espinal y Dixon, 2013).

Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye en la Sierra Madre Oriental, al sur de Tamaulipas, Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo, Veracruz y Oaxaca.

Distribución dentro del municipio: se observó en BMM en la localidad de Palo Verde.



Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Protección especial), IUCN (Vulnerable).

Rana de hojarasca, Ranita

Nombre científico: *Craugastor rhodopis* (Cope, 1867)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una especie de tamaño pequeño a mediano, las hembras son más grandes que los machos, pueden medir 43 mm de LHC; la cabeza es moderadamente amplia; las patas son largas y delgadas; los dedos son largos y delgados, sin membrana interdigital, con la punta de los dedos ligeramente expandida; el dorso puede ser rugoso o liso; los patrones de coloración de esta especie varían mucho, el vientre es color crema con pequeñas manchas oscuras; presentan una banda negra en forma de antifaz en la zona de los ojos (Streicher *et al.*, 2014).

Historia natural: se puede encontrar en bosques de pino-encino y BMM; es de hábitos terrestres; es complicado verlas ya que se camuflan en la hojarasca, en troncos caídos y en rocas; es de hábitos diurnos, pero se les puede encontrar también en las noches; se alimentan principalmente de pequeños insectos; su reproducción es ovípara con desarrollo directo (Streicher *et al.*, 2014).



Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye en la Sierra Madre Oriental, en San Luis Potosí, Hidalgo, Veracruz y Puebla.

Distribución dentro del municipio: se puede encontrar en las localidades de La Carbonera, Santa Cruz/Sierra de Agua y Palo Verde, cerca de cuerpos de agua y en la hojarasca.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (Vulnerable).



Ranita, Rana espatulada

Nombre científico: *Craugastor spatulatus* (Smith, 1939)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: son ranas de tamaño pequeño (32 mm LHC), las hembras son más grandes que los machos; la cabeza es aplanada y el hocico es redondeado; los dedos de las patas son delgados y con las puntas expandidas; la piel de la superficie dorsal es rugosa, con una serie de tubérculos pequeños;



la superficie del vientre y las patas traseras son granulosas; la coloración del dorso es verde con manchas café oscuras, presenta una línea negra en la parte posterior del ojo a la mitad de la espalda; las patas tienen franjas oscuras separadas por espacios más claros; la boca tiene líneas y la garganta es punteada con un color más oscuro que el vientre (Smith, 1939).

Historia natural: habita en BMM, vegetación secundaria, selva perennifolia, cuevas y pastizales inducidos, en climas semicálidos y templados húmedos; es de hábitos arborícolas, por lo que se le puede encontrar en las ramas bajas de los árboles; se alimentan de pequeños invertebrados; su reproducción es ovípara con desarrollo directo (Pineda y Halffter, 2004).

Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye en los estados de Oaxaca y Veracruz.

Distribución dentro del municipio: se registró en La Carbonera en vegetación secundaria, cerca de bosque de pino-encino.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Protección especial), IUCN (En peligro de extinción).

Ranita chirriadora del Río Bravo, *Rana chirriadora*

Nombre científico: *Eleutherodactylus cystignathoides* (Cope, 1877)

Peligrosidad: ninguna.



Descripción: es una rana pequeña, alcanza los 20 mm de LHC; su piel es lisa, pero presenta pequeños tubérculos en el dorso; su cuerpo es delgado con extremidades largas y cintura angosta; los dedos de las patas no tienen membrana interdigital; sus ojos son grandes; pre-

sentan una línea oscura que recorre desde la punta de la nariz hacia los ojos; la coloración del cuerpo es variable, puede ser verde, marrón y cafés rojizas, con pequeñas manchas negras irregulares; el vientre es de color crema con manchas blancas (Lemos-Espinal y Smith, 2015).

Historia natural: es una rana de hábitos terrestres y semiarborícolas, se le puede observar debajo de rocas y troncos húmedos, entre la hojarasca, sobre hojas de arbustos y en grietas de rocas; su alimentación es insectívora; su reproducción es ovípara con desarrollo directo (Lemos-Espinal y Smith, 2015).

Distribución y endemismo: no es endémica de México, se puede encontrar también en Estados Unidos, en México se distribuye en el centro de Nuevo León, Tamaulipas, al este de San Luis Potosí, a lo largo de Veracruz y al extremo noreste de Puebla.

Distribución dentro del municipio: se le registró en la localidad de Palo Verde, en BMM.

Estatus de conservación: NOM-050-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Rana silbadora, Rana fisgona.

Nombre científico: *Eleutherodactylus nitidus* (Peters, 1870)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: son ranas pequeñas, con una LHC de 32 mm; la cabeza es casi triangular; el cuerpo presenta pequeños tubérculos; las patas son delgadas y alargadas, los dedos no presentan membrana interdigital; se caracterizan por tener una glándula de forma ovalada (glándula lumboinguinal) en donde comienzan las patas traseras; la coloración del dorso en esta especie es muy variada; pueden ser de color café, verde olivo con manchas irregulares verde oscuro; las patas tienen barras oscuras; el vientre es color blanco grisáceo (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Historia natural: habita una gran variedad de tipos de vegetación; es una especie de actividad nocturna y se les observa sólo en épocas de lluvias; es de hábitos terrestres y semiarbóricolas; durante el día se refugian debajo de las rocas o troncos que tengan suficiente humedad, y durante las noches lluviosas cantan; es una especie insectívora, consume pequeños escarabajos, hormigas, avispas, pulgones, termitas y chapulines; su reproducción es ovípara con desarrollo directo (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Distribución y endemismo: es endémica de México, tiene una distribución amplia, se encuentra desde Durango hasta Oaxaca.

Distribución dentro del municipio: se registró en Palo Verde, en BMM.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Ranita de alta montaña, Rana

Nombre científico: *Dryophytes euphorbiaceus* (Günther, 1858)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: son ranas de tamaño pequeño, las hembras llegan a medir hasta 40 mm y los machos 30 mm de LHC; la cabeza es un poco más estrecha que el cuerpo; el hocico es redondeado; las patas son largas y delgadas; la piel del dorso es lisa y en el vientre es granular; su coloración general de esta especie es verde, pueden presentar manchas de color café en el dorso del cuerpo; tienen una banda café oscuro que se extiende desde el hocico hacia el costado, hasta la ingle, esta banda está bordeada por arriba por una línea blanca; la parte trasera y los muslos son café-naranja a negro, con manchas amarillentas (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Historia natural: habita en bosques de pino y zonas perturbadas, se les puede encontrar dentro de bromelias y cerca de los cuerpos de agua; son de actividad nocturna, aunque se pueden escuchar cantos durante el día; su alimentación es insectívora, se alimenta de chapulines, tijerillas, larvas de mariposa, palomillas, hormigas, además de artrópodos como arañas; su modo de reproducción es ovíparo con desarrollo indirecto (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).



Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye en las tierras altas del sur de México, en los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz.

Distribución dentro del municipio: se encontró en Santa Cruz/Sierra de Agua y Palo Verde, en bosque de pino-encino y BMM.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (Casi amenazada).



Ranita menor de bromelia, Rana



Nombre científico: *Sarcohyala arborescandens* (Taylor, 1939)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una rana de tamaño mediano, las hembras son más grandes que los machos, pueden medir hasta 51 mm LHC; la cabeza es igual de amplia que el cuerpo, la parte de arriba de la cabeza es plana, el hocico es redondeado, tienen un pliegue de piel atrás de los ojos que termina en el tímpano; las patas son largas y un poco robustas, los dedos son medio largos y con discos adhesivos, la membrana interdigital ocupa un cuarto de la longitud de los dedos; la piel del dorso es lisa, la del vientre es granular; la coloración varía de verde uniforme a café con motas café o verde olivo, el vientre es blanco o amarillo pálido, el iris de los ojos es bronce mate (Duellman, 2001).

Historia natural: habita en BMM y bosques de pino-encino, en las orillas de los ríos o arroyos, en donde se les puede ver sobre rocas, en la vegetación y principalmente en bromelias; es una rana de hábitos nocturnos, aunque se le puede ver durante el día en las bromelias; se alimenta de insectos; su tipo de reproducción es ovíparo con desarrollo indirecto (Duellman, 2001).

Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye en los estados de Tlaxcala, Puebla y Veracruz.

Distribución dentro del municipio: se le observó en Santa Cruz/Sierra de Agua, en las orillas del río.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Protección especial), IUCN (En peligro de extinción).

Calates, Rana de árbol de orejas chicas, Rana

Nombre científico: *Rheohyla miotympanum* (Cope, 1863)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una ranita de tamaño pequeño, las hembras son más grandes que los machos, alcanzan una LHC de 37 mm; la cabeza es tan ancha como el cuerpo, el hocico es muy redondeado; las patas son largas y delgadas; la piel del dorso es lisa, mientras que el vientre y garganta son granulares; la coloración general es verde claro en el dorso, aunque pueden observarse individuos color café claro con o sin manchas cafés o verde olivo; el vientre es color crema; los costados son blancos con manchas cafés y negras; el color del iris es rojizo (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).



Historia natural: esta especie habita en bosques húmedos, como BMM, bosques de encino, cerca de cañadas y ríos o arroyos; es una especie arborícola, aunque se le puede encontrar en el suelo, en arbustos, bromelias y en plantas con hojas grandes; tiene hábitos nocturnos, durante el día se le puede observar

en las paredes rocosas de las cañadas; es insectívora, se alimenta principalmente de avispas; su modo de reproducción es ovíparo con desarrollo indirecto (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Distribución y endemismo: es una especie endémica de México, se distribuye en la Sierra Madre Oriental, desde Nuevo León hasta Chiapas.

Distribución dentro del municipio: se registró en La Carbonera, a las orillas del río.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (Casi amenazada).



Sapo, Sapo montícola de espuela

Nombre científico: *Spea multiplicata* (Cope, 1863)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es un sapo de tamaño medio, con cuerpo robusto, llega a medir hasta 57 mm de LHC; la cabeza es corta y el hocico es chato; la piel del



cuerpo es rugosa y granular; no tiene glándula parótida; los ojos son grandes; las patas son cortas y robustas, en las traseras se puede ver un tubérculo metatarsal negro con un borde filoso; los dedos de las patas traseras son cortos y tienen membrana interdigital, los dedos de las patas delanteras son cortos y no tienen membrana interdigital; la coloración es variable; va desde café oscuro hasta grisáceo; puede tener algunas manchas pequeñas en el dorso; el vientre es crema inmaculado (Ramírez-Bautista et al., 2009).

Historia natural: habita en pastizales desérticos, matorrales semidesérticos; chaparral y en ocasiones en bosque de pino y pino-encino, también es común observarla en áreas perturbadas; es de hábitos nocturnos, terrestres y fosoriales, se le puede ver en cuerpos de agua estancados y temporales o enterrada en lugares húmedos; se alimenta de insectos como escarabajos, avispas y termitas; su reproducción es ovípara con desarrollo indirecto (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

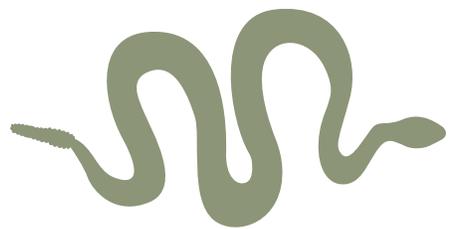
Distribución y endemismo: no es endémica de México, se distribuye también en el sur de Estados Unidos; en México tiene una amplia distribución, encontrándose en el norte y centro del país, desde Sonora hasta Oaxaca.

Distribución dentro del municipio: se registró en Santa Cruz/Sierra de Agua, en bosque de pino-encino.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Reptiles





Los reptiles son vertebrados muy diversos que incluyen cuatro grupos: las tortugas (Testudines) tienen el cuerpo protegido por un caparazón en donde pueden esconder la cabeza, patas y la cola; las lagartijas y serpientes (Squamata) son los más diversos, en general tienen cuerpo alargado; las lagartijas tienen cuatro patas, aunque en algunas especies pueden estar reducidas o ausentes, la cola es alargada y algunas la pueden desprender como mecanismo de defensa. Las serpientes tienen cuerpo alargado y cilíndrico y no tienen extremidades; los cocodrilos (Crocodylia) son animales grandes y robustos, su cabeza es alargada y plana, su cola es muy fuerte, lo que les permite nadar muy bien; las tuátaras (Rhynchocephalia) viven exclusivamente en Nueva Zelanda, son similares a las lagartijas (Vitt y Caldwell, 2014).

La característica más importante y distintiva de los reptiles es que tienen una piel seca, cubierta por escamas que cambian en intervalos regulares; son ectotermos como los anfibios. La mayoría de los reptiles depositan huevos con cáscara dura, y algunas lagartijas y serpientes dan a luz a crías vivas (Zug *et al.*, 2001); el embrión, a diferencia de algunos anfibios, se desarrolla directamente, sin metamorfosis. Gran parte de las especies son inofensivas para el ser humano, aunque varias especies presentan veneno, éste puede ser de baja toxicidad, lo que sirve sólo para matar a sus presas; otras más tienen un veneno potente, capaz de matar a organismos de gran talla.



Dragoncito, Escorpión de árbol

Nombre científico: *Abronia graminea* (Cope, 1864)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una lagartija de cuerpo un poco aplanado, llega a medir hasta 106 mm de LHC; su cabeza es aplanada y triangular, las escamas de los lados de cuello son granulares; tienen un pliegue granular con escamas granulares entre las patas delanteras y traseras. La coloración del dorso de los adultos puede ser verde immaculado a café parduzco con bandas poco evidentes de color café oscuro o negro (SEMARNAT, 2018).

Historia natural: tiene hábitos principalmente arborícolas, usualmente se halla entre la vegetación epífita como las bromelias; se le puede encontrar en algunas regiones de bosque de pino-encino y BMM; su reproducción es vivípara; se alimenta principalmente de artrópodos (Campbell, 1993).



Distribución y endemismo: es una especie endémica de México, se distribuye en los estados de Veracruz, Puebla, y Oaxaca.

Distribución dentro del municipio: se registró en la localidad de Santa Cruz/Sierra de Agua, en bosque de pino-encino y cerca de asentamientos humanos.

Estatus de conservación: NOM059-2019 (Amenazada), IUCN (En peligro de extinción).

Escorpión de tierra

Nombre científico: *Barisia imbricata* (Wiegman, 1828)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: Son animales alargados con tamaño de cuerpo grande, alcanzan una LHC de 120 mm; su cuerpo es robusto y cubierto de escamas grandes rectangulares y quilladas, tienen un pliegue granular con escamas granulares entre las patas delanteras y traseras; la cabeza es grande y de forma triangular; el dorso y el lateral del cuerpo es de color gris olivo, a veces amarillento con 7-8 franjas transversales más oscuras entre la axila y la ingle; el vientre es de color crema (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen, 2010).



Historia natural: habita en ambientes templado como los bosques de encino; tiene hábitos diurnos y terrestres, por lo que se le puede encontrar forrajeando sobre la hojarasca; se alimenta de invertebrados como escarabajos y sus larvas, larvas de mariposa, arañas, ciempiés; su reproducción es vivípara (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen, 2010).

Distribución y endemismo: es una especie endémica de México, se distribuye en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Faja Volcánica Transmexicana y una población aislada en el norte de Oaxaca.

Distribución dentro del municipio: se observó en la localidad de Santa Cruz/Sierra de Agua en el bosque de pino-encino y cerca de los asentamientos humanos.

Estatus de conservación: NOM-059-2019 (Protección Especial), IUCN (ninguna).



Celesto huasteco

Nombre científico: *Celestus enneagrammus* (Cope, 1861)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una lagartija de tamaño mediano; su cabeza apenas es más ancha que el cuello; tiene un cuerpo robusto y cilíndrico, con patas cortas; no tiene pliegues gulares ni granulares; las escamas de la



cabeza son grandes y lisas; las escamas dorsales, laterales y del vientre son lisas y de igual tamaño; puede o no tener bandas dorsolaterales en adultos; en ocasiones presenta manchas irregulares de color más claro en la parte lateral del cuerpo, los individuos juveniles presentan un color rojizo en las partes laterales del cuerpo, con la cola azul metálico, en los adultos la coloración azul se oscurece o desaparece (Campbell y Camarillo, 1994).

Historia natural: es una especie de hábitos terrestres, se le puede encontrar sobre el suelo o debajo de rocas; habita en bosques de pino, pino-encino y BMM; es una especie vivípara; su alimentación es insectívora (Zaldívar-Riverón *et al.*, 2002).

Distribución y endemismo: es endémica de México, se ha registrado en el centro de Veracruz, al sureste de Puebla y al norte de Oaxaca.

Distribución dentro del municipio: se registró en la localidad de Palo Verde, en BMM.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Protección Especial), IUCN (ninguna).

Abaniquillo sedoso, Perrito palanca

Nombre científico: *Anolis sericeus* Hallowell, 1856

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una especie de lagartija mediana dentro del género *Anolis*, alcanza una LHC de 46 mm; su cabeza es angosta y el hocico puntiagudo, la cola es delgada y larga, con aproximadamente el doble de la longitud del cuerpo, las patas son delgadas y ligeramente largas; el cuerpo es gris, café o bronceado, con manchas oscuras, principalmente en las patas; su vientre es amarillento pálido, crema o blanco; algunas hembras tienen una línea vertebral clara y los machos tienen un abanico gular de color amarillo-naranja con una mancha azul en el centro, en las hembras este pliegue es rudimentario y presenta un color pálido (Hallowell, 1856).

Historia natural: se le puede encontrar en las orillas de los bosques y en lugares perturbados por el humano; es una especie arborícola, aunque se les puede encontrar también en el suelo; tiene hábitos diurnos; su reproducción es ovípara; se alimenta principalmente de insectos (Campbell, 1998).



Fotografía de Miguel Ángel de la Torre Loranca

Distribución y endemismo: no es endémica de México, se distribuye también en Guatemala y Belice; en México se encuentra en los estados de Tamaulipas, Hidalgo, San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco, Campeche, Quintana Roo, Norte de Oaxaca, Querétaro y Puebla.

Distribución dentro del municipio: en La Carbonera, cerca de la zona urbana.

Estatus de conservación: NOM--059-2010 (ninguno), IUCN (ninguna).



Besucona, Cuija

Nombre científico: *Hemidactylus frenatus* Duméril & Bibron, 1836

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: pueden llegar a medir 50 mm de LHC; su cola es un poco más larga que el cuerpo; la pupila es verticalmente elíptica y tiene los bordes aserrados; no tiene párpados; tiene pequeñas escamas granulares en todo el cuerpo y a los lados tiene una hilera de tubérculos diferenciados; el tímpano es pequeño; el color del dorso y la zona ventral es blanco amarillento (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Historia natural: en México se les puede encontrar en bosques tropicales, bosques húmedos y zonas secas; es una especie nocturna; generalmente está asociada a las zonas urbanas, en los



Fotografía de Miguel Ángel de la Torre Loranca

techos de las casas y paredes; se alimenta de insectos; su reproducción es ovípara (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Distribución y endemismo: no es endémica de México, es originaria del continente asiático, pero se encuentra ampliamente

distribuida en los trópicos y subtrópicos de Europa, Asia y discontinuamente distribuida en América como especie exótica.

Distribución dentro del municipio: se registró en la zona urbana de La Carbonera, en habitaciones humanas.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).

Camaleoncito

Nombre científico: *Phrynosoma orbiculare* (Linnaeus, 1758)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una lagartija de tamaño mediano, tiene una LHC de 88 mm; su cuerpo es ovalado, robusto, y aplanado; la cabeza es de forma aplanada, con ocho escamas alargadas en forma de cuernos que hacen una corona en la cabeza; la región del dorso está cubierta por escamas alargadas de diferente tamaño que asemejan espinas; la parte ventral tiene escamas lisas; la coloración del cuerpo generalmente es café oscuro o gris, con manchas de color café; el vientre es color crema con manchas oscuras (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).

Historia natural: se le puede encontrar en bosques de encino, pino-encino y matorral espinoso, generalmente en lugares abiertos y en donde hay montículos de tierra; es una especie de hábitos diurnos; son insectívoras y comen principalmente hormigas; su tipo de reproducción es vivípara (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).

Distribución y endemismo: es endémica de México y tiene una amplia distribución a lo largo de la Sierra Madre Oriental, Faja Volcánica Transmexicana, el sur de la Meseta Central y la Sierra Madre del Sur.

Distribución dentro del municipio: se registró en Santa Cruz/Sierra de Agua en un cultivo cerca del bosque de pino-encino.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Amenazada), IUCN (ninguna).



Lagartija espinosa



Nombre científico: *Sceloporus bicanthalis* Smith, 1937

Peligrosidad: ninguna..

Descripción: es una lagartija con cuerpo esbelto o ligeramente robusto, de tamaño relativamente pequeño con una LHC de 47 mm; tiene dos escamas cantales en la región cantal; presentan dimorfismo sexual, las hembras tienen un patrón de color azul en el vientre; el patrón en la garganta es en barras de color azul oscuro (Ramírez-Baustista *et al.*, 2009).

Historia natural: se le puede encontrar en los ambientes templados de bosque de pino-encino; es una especie diurna, de hábitos terrestres; se alimenta de pequeños invertebrados; tiene reproducción vivípara (Ramírez-Baustista *et al.*, 2009).

Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye en el este de la Faja Volcánica Transmexicana y sur de la Sierra Madre Oriental, en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz.

Distribución dentro del municipio: se le puede encontrar en la localidad de Santa Cruz/Sierra de Agua, en bosque de pino-encino y en suelos de uso antropogénico.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).

Lagartija espinosa, Chintete

Nombre científico: *Sceloporus formosus* Wiegmann, 1834

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una especie de tamaño mediano, alcanzan una LHC de 118 mm; presenta dimorfismo sexual; los machos tienen tonalidades verdes y azules en el dorso, con parches azules en el vientre y con una coloración azul y naranja en la garganta; las hembras tienen una coloración café en el dorso y no presentan parches de color en el vientre; los machos y hembras tienen un par de manchas negras en los hombros; tienen escamas quilladas, lo que les da una textura espinosa (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Historia natural: es una lagartija diurna; se le puede encontrar en bosques templados como bosque de encino-pino, bosque de encino y bosque mesófilo de montaña, también puede encontrarse en zonas de cultivo; tiene hábitos terrestres, aunque se le puede ver también en los troncos de los árboles y calentándose sobre rocas; es una especie vivípara; se alimenta de invertebrados (García-Mares, 2013).



Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye en las zonas altas de los estados de Guerrero, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

Distribución dentro del municipio: se le observó en Santa Cruz/Sierra de Agua y Palo Verde, en bosque de pino-encino, BMM y cerca de cultivos.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Lagartija espinosa

Nombre científico: *Sceloporus grammicus* Wiegmann, 1828

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: lagartija de tamaño relativamente pequeño (64 mm LHC); las escamas del dorso son quilladas; la parte del dorso es de color verde a gris intenso, con una línea de color crema en la parte de enfrente; los machos tienen parches de color azul cielo intenso y metálico, con líneas negras en la parte media del vientre; los parches en las hembras son de un color pajizo a naranja (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Historia natural: habita en ambientes templados, en bosques de pino, encino, pino-encino y vegetación xerófila, también es muy común observarlas en zonas con presencia humana, en las bardas de las casas, en árboles y jardines; es de hábitos diurnos; tiene hábitos terrestres; come pequeños invertebrados como insectos, aunque además practica el canibalismo; su reproducción es vivípara (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Distribución y endemismo: no es endémica de México, se distribuye también en el sur de Estados Unidos; en México se distribuye en la Faja Volcánica Transmexicana, desde Jalisco hasta Veracruz, y el norte de Oaxaca en la Sierra Madre del Sur.



Distribución dentro del municipio:

pico: se le puede encontrar en Santa Cruz/Sierra de Agua y Palo Verde, en bosque de pino-encino, BMM y cerca de los asentamientos humanos.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Protección especial), IUCN (ninguna).

Lagartija espinosa



Nombre científico: *Sceloporus variabilis* Wiegmann, 1834

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una lagartija de talla mediana, alcanza una LHC de 60 mm; las escamas del dorso son quilladas y pequeñas, mientras que las del

vientre son lisas; en la parte de atrás de la pata trasera tienen un pliegue llamado bolsa postfemoral, que es lo que las diferencia del resto de las lagartijas espinosas; la coloración del dorso es café con manchas oscuras en pares, con un par de bandas blancas o amarillentas que recorren desde la parte de atrás de los ojos hasta la base de la cola, tienen una mancha negra arriba de las patas delanteras; los machos presentan un par de manchas rosas en el vientre, bordeadas de una línea azul, pueden tener manchas amarillas en el cuello, la garganta es color rojo ladrillo; las hembras tienen el vientre color crema (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Historia natural: es una especie terrestre, también se le puede observar en los troncos y rocas calentándose; se puede encontrar en zonas fragmentadas de selvas, cerca de ríos o de asentamientos humanos; tiene hábitos diurnos; tiene reproducción ovípara; se alimenta de invertebrados, principalmente de insectos (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Distribución y endemismo: no es endémica de México, se encuentra también en Estados Unidos, Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua. En México tiene una amplia distribución, se encuentra a lo largo de toda la vertiente del Golfo.

Distribución dentro del municipio: se puede encontrar en Palo Verde y La Carbonera, aunque es más abundante en la vegetación secundaria de La Carbonera, se le puede observar en las orillas del río y en las rocas asoleándose.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Eslaboncillo, Alicante

Nombre científico: *Plestiodon brevirostris* (Günther, 1860)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: Es una lagartija pequeña y delgada, con una LHC de 62 mm; las patas son cortas y delgadas; las escamas en todo el cuerpo son lisas; tiene dos líneas claras que inician en el rostro y se extienden por el cuello y el dorso que se desvanecen aproximadamente a la mitad del cuerpo y cambian a ser de un color oscuro o marrón tenue; tienen líneas oscuras en los laterales del cuerpo; la cola generalmente es azul (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).

Historia natural: esta especie vive en bosques de pino y pino-encino, son lagartijas muy ágiles y rápidas; son terrestres, es difícil verlas, pueden estar escondidas entre la hojarasca, bajo troncos y rocas; es una especie diurna; se alimenta de pequeños invertebrados; su modo de reproducción es vivíparo (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).

Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye en los estados de Puebla, Estado de México, Tlaxcala y Veracruz.

Distribución dentro del municipio: se le puede encontrar en las localidades de Santa Cruz/ Sierra de Agua y Palo Verde, en bosque de pino-encino y BMM.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Eslizón

Nombre científico: *Scincella gemmingeri* (Cope, 1864)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una especie de tamaño medio, alcanza una LHC de 64 mm; las extremidades son cortas y delgadas; las escamas de todo el cuerpo son lisas y brillantes; la coloración del dorso es café tostado, se pueden ver algunas pequeñas manchas de forma irregular en el dorso; tiene una línea lateral clara continua o ligeramente interrumpida por motas negras a lo largo del cuerpo, hasta la base de la cola; el vientre es color crema (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Historia natural: se distribuye en una amplia variedad de hábitats, como bosques tropicales, bosque mesófilo de montaña, bosque de pino-encino; es una lagartija diurna; tiene hábitos terrestres, se le puede encontrar entre la hojarasca, bajo rocas y troncos; es insectívora; su reproducción es vivípara (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).



Distribución y endemismo: es endémica de México; se distribuye en el centro y sur de Hidalgo, norte de Puebla, centro de Veracruz, norte de Oaxaca, en Chiapas y Tabasco.

Distribución dentro del municipio: se observó en las localidades de Palo Verde y La Carbonera, en BMM y vegetación secundaria.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Protección Especial), IUCN (ninguna).



Culebra de panza amarilla, Serpiente ranera

Nombre científico: *Coniophanes fissidens* (Günther, 1858)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una serpiente mediana, puede llegar a medir hasta 400 mm de LHC; la coloración del dorso es pardo-rojiza, con líneas un poco definidas en todo lo largo del cuerpo; tiene una línea oscura en medio del dorso que en ocasiones se ve como una línea punteada; presenta dos puntos color claro después del cuello, de donde inician dos líneas claras que se van desvaneciendo en la parte lateral del cuerpo; el vientre es de color claro amarillento, manchado con pequeños puntos oscuros (Pérez-Higareda *et al.*, 2007).

Historia natural: es una especie terrestre; de actividad diurna y nocturna; se puede encontrar en bos-



Fotografía de Miguel Ángel de la Torre-Loranca

ques relativamente húmedos; puede verse en suelos húmedos y con hojarasca; su alimentación es generalizada, ya que se alimenta de invertebrados como insectos y lombrices, y de vertebrados como ranas, lagartijas y pequeñas serpientes; su reproducción es ovípara; su dentición es opistoglifá, lo que significa que segrega veneno en su mordida, aunque en los

humanos sólo podría causar un poco de dolor e irritación sin mayores consecuencias (Pérez-Higareda *et al.*, 2007).

Distribución y endemismo: no es endémica de México, se distribuye en América Central hasta Colombia; en México se encuentra en tierras bajas de la vertiente del Atlántico, desde el norte de Puebla, pasando por Veracruz y en Oaxaca.

Distribución dentro del municipio: se registró en La Carbonera, a la orilla del río.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).

Culebra nariz de pala

Nombre científico: *Conopsis lineata* (Kennicott, 1859)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: serpiente de talla pequeña, puede medir hasta 270 mm de LHC; su cuerpo es esbelto y cilíndrico; la cabeza y cola son más delgados que el cuerpo; las escamas de la cabeza son grandes y lisas; el color de fondo del dorso es café olivo, con cinco líneas delgadas de color café más oscuro que el cuerpo; el vientre es de color crema, en cada escama del vientre tiene un punto oscuro que da la apariencia de ser una serie o línea de puntos (Goyenechea y Flores-Villela, 2006).

Historia natural: habita en ambientes templados, en bosque de pino, pino-encino, oyamel, matorral espinoso y BMM; tiene hábitos diurnos; es una serpiente adaptada a vivir debajo del suelo, se le puede encontrar entre rocas amontonadas, bajo troncos y rocas; su alimentación es insectívora; su reproducción es vivípara (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).



Fotografía de Miguel Ángel de la Torre Loranca

Distribución y endemismo: es endémica de México, con una amplia distribución en los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo, Ciudad de México, Estado de México, Morelos, Puebla, Tlaxcala, Veracruz y Oaxaca.

Distribución dentro del municipio: puede encontrarse en Santa Cruz/Sierra de Agua, en bosque de pino-encino y Palo Verde, cerca de Boca del Toro.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Culebra, Corredora elegante, Corredora de petatillos

Nombre científico: *Drymobius margaritiferus* (Schlegel, 1837)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: serpiente de talla mediana a grande, puede medir hasta 700 mm LHC, la cola es casi de la mitad del largo del cuerpo; tiene ojos grandes y con pupila redonda; es de cuerpo delgado; el color general del dorso es azul-verde punteado claro; las escamas tienen el margen color negro; las escamas del vientre son de color crema con el borde negro y un poco de azul; las escamas de la cabeza son más oscuras; las serpientes juveniles tienen los colores más marcados que los adultos (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Historia natural: habita en bosques tropicales y subtropicales en altitudes bajas y bosques de pino y BMM en altitudes altas, así como en vegetación primaria y secundaria; se les encuentra cerca de los cuerpos de agua y los alrededores de los asentamientos humanos;



Fotografía de Miguel Ángel de la Torre Loranca

es una especie diurna; gran nadadora; su reproducción es ovípara; se alimenta de vertebrados como ranas y lagartijas (Flores-Villela *et al.*, 2017).

Distribución y endemismo: no es endémica de México, se distribuye desde el sur de Estados Unidos hasta América Central y el norte de Colombia; en México se encuentra en la vertiente del Golfo, desde Sonora hasta el sureste del país.

Distribución dentro del municipio: se observó en la localidad de La Carbonera, bajo una roca.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Amenazada), IUCN (ninguna).

Culebra ojos de gato



Nombre científico: *Leptodeira polysticta* (Günther, 1895)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: serpiente mediana, alcanza una LHC de 590 mm; la cabeza está bien diferenciada del cuello; los ojos tienen la pupila elíptica; el dorso es de color pardo claro, con manchas oscuras alargadas a lo largo del cuerpo y con una hilera de pequeñas manchas a cada lado del cuerpo; la cabeza es color pardo claro con manchas no muy marcadas; tienen una línea delgada en el centro de la cabeza, hacia la nuca y en los lados de la cabeza, después de los ojos; el vientre es claro (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Historia natural: habita en bosques tropicales, subtropicales y BMM; es una especie nocturna; de hábitos arbóreos, pero también se le puede ver sobre las veredas y caminos con mucha vegetación; se alimenta de ranas y sapos; su reproducción es ovípara; su dentición es opistoglifa, por lo que segrega veneno en su mordida que en los humanos podría causar dolor e irritación; rara vez intenta morder (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Distribución y endemismo: no es endémica de México, se distribuye desde México hasta Costa Rica; en México se encuentra en la vertiente del Pacífico desde Nayarit hacia el sur y en el Atlántico desde Veracruz hacia el sur del país.

Distribución dentro del municipio: se observó en las localidades de Palo Verde, cerca de los túneles, y en La Carbonera, a la orilla del río.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Chirrionera

Nombre científico: *Mastigodryas melanolomus* (Cope, 1868)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: serpiente de talla mediana a grande, puede medir hasta 1000 mm de LHC; es de cuerpo esbelto; los ojos son grandes con la pupila redondeada; la coloración de los adultos es café oscuro, puede tener franjas naranjas en la primera parte del dorso; el vientre puede ser color naranja o rosáceo (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Historia natural: esta serpiente se encuentra en tierras bajas, bosques tropicales y en bosques montañosos en menor medida; es muy rápida y ágil; tiene hábitos diurnos; es terrestre, se le puede encontrar forrajeando sobre el suelo; se alimenta de lagartijas, ranas y pequeños roedores; su reproducción es ovípara (Pérez-Higareda *et al.*, 2007).

Distribución y endemismo: no es endémica de México, se distribuye también en El Salvador, Belice, Guatemala y Honduras; en México se encuentra en la costa del Pacífico desde el sur

de Sinaloa hacia el sur, y en la costa del Atlántico desde el sur de Tamaulipas hacia la península de Yucatán.

Distribución dentro del municipio: se reportó en la localidad de Palo Verde, cerca de un cultivo de aguacates.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Fotografía de Miguel Ángel de la Torre Loranca

Falso coralillo

Nombre científico: *Ninia diademata* Baird & Girard, 1853

Peligrosidad: ninguna.



Descripción: especie pequeña, de hasta 270 mm de LHC; la pupila de los ojos es redonda; las escamas son quilladas, es decir, no son lisas, cada escama tiene un pequeño pellizco que les da textura rugosa; el color del dorso es negro uniforme; en el cuello tienen un anillo de color amarillo o naranja; el vientre es color crema, con un punto oscuro en cada escama (Dixon y Lemos-Espinal, 2010).

Historia natural: se distribuye en una amplia variedad de ambientes, como BMM, bosque tropical y en cafetales; se les encuentra en áreas con mucha sombra, hojarasca y humedad; es terrestre, se puede encontrar debajo de rocas o entre la hojarasca; tiene hábitos nocturnos; se alimenta de pequeños invertebrados como lombrices e insectos; su tipo de reproducción es ovípara (Dixon y Lemos-Espinal, 2010).

Distribución y endemismo: no es endémica México, se encuentra en los estados de San Luis Potosí, Hidalgo, Veracruz, Oaxaca y Chiapas.

Distribución dentro del municipio: se puede encontrar en Palo Verde y en la Carbonera, en BMM y vegetación secundaria, bajo rocas o troncos.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Cincuate, Ratonera, Culebra sorda

Nombre científico: *Pituophis deppei* (Duméril, 1853)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una serpiente de cabeza semipuntiaguda, robusta y relativamente grande, alcanza una LHC de 850 mm; la co-



Fotografía de Miguel Ángel de la Torre Loranca

loración del dorso es amarillo pálido con manchas negras o cafés intenso de forma irregular a lo largo de todo el cuerpo; las escamas de la cabeza son grandes y lisas, las del dorso son quilladas y las del vientre lisas (Ramírez-Bautista, 2009).

Historia natural: habita en ambientes templados como los bosques de encino y pino-encino, además de ambientes áridos como el matorral xerófilo y chaparral; se le puede encontrar debajo de rocas y en madrigueras o en espacios abiertos asoleándose; es de hábitos diurnos y terrestres; se alimenta principalmente de pequeños mamíferos, como roedores y ardillas, aunque también puede consumir lagartijas y aves; su forma de reproducción es ovípara; se le puede confundir con una serpiente de cascabel, ya que cuando se siente amenazada azota su cola contra el suelo imitando el sonido de una serpiente de cascabel (Ramírez-Bautista, 2009).

Distribución y endemismo: es endémica de México y tiene una amplia distribución en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Ciudad de México, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Querétaro, Veracruz y Zacatecas.

Distribución dentro del municipio: se reportó en la localidad de Santa Cruz/ Sierra de Agua, en bosque de pino-encino.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Amenazada), IUCN (ninguna).

Falso coralillo

Nombre científico: *Pliocercus elapoides* Cope, 1860

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una especie de tamaño mediano, alcanza una LHC de 400 mm, es de cuerpo esbelto; presenta anillos en el cuerpo, generalmente de tres colores, los anillos negros están separados por anillos rojos que están bordeados por anillos amarillos que separan los anillos negros de los rojos; en la mitad de la cabeza hay un anillo amarillo que llega hasta la nuca; sus ojos son relativamente grandes; sus escamas son lisas (Smith y Chiszar, 2001).

Historia natural: habita en bosques tropicales, BMM, en vegetación perturbada y vegetación secundaria; es una especie nocturna; tiene hábitos terrestres, se le puede encontrar sobre el suelo o debajo de rocas y troncos; se alimenta principalmente de anfibios, en su mayoría salamandras; su reproducción es ovípara;



Fotografía de Miguel Ángel de la Torre Loranca

por su patrón de coloración es fácil confundir a esta especie con un coralillo real (Smith y Chiszar, 2001).

Distribución y endemismo: no es endémica de México, se encuentra también en Guatemala, El Salvador, Honduras y Belice; en México se distribuye en la parte sur de Tamaulipas y San Luis Potosí, en el norte de Hidalgo, en Veracruz, Puebla y Oaxaca.

Distribución dentro del municipio: se observó en los límites de La Carbonera y Palo Verde, en BMM.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Amenazada), IUCN (ninguna).



Culebra café

Nombre científico: *Rhadinaea forbesi* Smith, 1942

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una serpiente de tamaño mediano, puede medir hasta 420 mm de LHC; el dorso es de color café con una línea negra desde el cuello hasta la cola, en los lados tiene una línea negra que recorre todo el cuerpo; presenta una línea blanca arriba de la línea lateral



negra; en la nuca tiene una pequeña línea blanca; la cabeza es café y a veces con pequeños puntos blancos; el vientre es blanco (Myers, 1974).

Historia natural: se ha registrado en bosque de pino-encino, también puede encontrarse en bosque secundario; es una especie fosorial, se le puede observar debajo de rocas y troncos; se alimenta de pequeñas ranas, salamandras y lagartijas; su reproducción es ovípara (Myers, 1974).

Distribución y endemismo: es una especie endémica de México y del estado de Veracruz, en la parte sur de la Sierra Madre Oriental.

Distribución dentro del municipio: se registró en la localidad de Palo Verde, en BMM.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Protección especial), IUCN (Datos insuficientes).

Culebra alacranera

Nombre científico: *Stenorrhina degenhardtii* (Berthold, 1846)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: serpiente de tamaño mediano, puede sobrepasar los 600 mm de longitud total; la cabeza está poco diferenciada del cuello; los ojos tienen pupila redondeada; los adultos tienen el dorso de color pardo muy oscuro, el vientre es más claro que el dorso y tiene manchas oscuras; el color del dorso de los juveniles es pardo-rojizo claro, con numerosas franjas oscuras; el vientre y parte de la cabeza son de color claro con una mancha oscura en cada escama del vientre (McCrane, 2011).

Historia natural: esta especie habita en tierras tropicales bajas, en bosques de montaña húmedos y subhúmedos, en sabanas y en bosques degradados o en cultivos; es una especie terrestre; tiene hábitos principalmente diurnos; se alimenta principalmente de alacranes y arañas, además de otros invertebrados; su tipo de reproducción es ovípara (McCrane, 2011).

Distribución y endemismo: no es endémica de México, se distribuye en América Central, hasta Ecuador; en México se encuentra en la vertiente del Atlántico, desde el centro de Veracruz



hasta Chiapas y Yucatán.

Distribución dentro del municipio: se registró cerca del ejido Héroes de la Independencia.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Culebra de agua, Culebra listonada cabeza dorada

Nombre científico: *Thamnophis chrysocephalus* (Cope, 1885)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una serpiente de tamaño mediano, con una LHC de 692 mm; la cabeza se distingue del cuello; los ojos son grandes y la pupila redonda; el dorso es café o negro con un par de manchas negras en cada lado del cuerpo; no tiene línea vertebral; la cabeza es café o ligeramente anaranjada; las escamas cerca de la boca son amarillentas y pueden tener barras negras o no; el vientre es grisáceo o verde grisáceo (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Historia natural: tiene una alta afinidad a ambientes húmedos; puede ser vista bajo rocas o troncos cercanos a cuerpos de agua, en BMM o bosques de pino-encino, además de en vegetación secundaria y hábitats degradados para cultivos; es de hábitos terrestres y diurnos; se alimenta principalmente de peces, anfibios y salamandras; su reproducción es vivípara (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye en el sureste del estado de Puebla y Veracruz, y en la Sierra Madre del Sur, en el sur de Oaxaca y Guerrero.

Distribución dentro del municipio: se registró en la localidad de Santa Cruz/Sierra de Agua, en bosque de pino-encino.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Amenazada), IUCN (ninguna).



Culebra de agua

Nombre científico: *Thamnophis conanti* Rossman & Burbrink, 2005

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: especie de tamaño mediano, alcanza una LHC de 455 mm; la cabeza se distingue del resto del cuerpo; los ojos son grandes y con pupila redonda; la coloración del dorso es café con manchas en pares oscuras en los lados del cuerpo que pueden ser o no visibles; tiene una línea vertebral clara a lo largo de todo el dorso; con un collar nucal; los bordes de las escamas cercanas a la boca presentan bandas oscuras; el color de la cabeza es verde olivo; el vientre es oscuro (Rossman y Burbrink, 2005).

Historia natural: se le puede encontrar en bosques de pino, asociada a cuerpos de agua; tiene hábitos diurnos; es terrestre, puede ser vista debajo de rocas o troncos o forrajeados en la hojarasca; se alimenta principalmente de pequeñas ranas y salamandras; su reproducción es ovípara (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).



Distribución y endemismo: es una

especie endémica de México, se encuentra en la frontera entre Puebla y Veracruz, al sureste del estado de Puebla y al centro de Veracruz.

Distribución dentro del municipio: se observó en la localidad de Santa Cruz/Sierra de Agua, en bosque de pino-encino.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Culebra de agua nómada

Nombre científico: *Thamnophis sumichrasti* (Cope, 1866)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una serpiente de tamaño mediano, puede medir hasta 750 mm; los ojos son grandes y con pupilas redondas; tienen dos patrones de coloración; uno es punteado y otro es manchado; en el punteado hay una hilera de puntos laterales de color café o café con bordes negros alternados con las barras vertebrales; este patrón es muy notorio en juveniles, pero puede no ser distinguible en adultos; la piel entre las escamas es color amarillo, a veces se puede observar una línea vertebral delgada e irregular; el patrón manchado tiene de 34 a 49 manchas cafés con bordes negros que abarcan casi todo el dorso de lado a lado, las manchas están separadas por espacios ligeramente brillantes, las manchas en la nuca tienen forma de comas invertidas, la cabeza tiene manchas irregulares y una banda oscura detrás de los ojos (Rossman *et al.*, 1996).

Historia natural: se le puede encontrar cerca de arroyos; es una especie muy rápida y nada muy bien cuando escapa; habita en bosques de coníferas, pino-encino, encino y BMM, en



Patrón punteado



Patrón manchado

altitudes de 1365 a 2305 msnm; tiene hábitos terrestres y diurnos; se alimenta de pequeños vertebrados como ranas y salamandras; su reproducción es ovípara (Rossman *et al.*, 1996).

Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye en una estrecha región de la Sierra Madre Oriental, en Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla, Oaxaca, y Veracruz.

Distribución dentro del municipio: se registró en Palo Verde y Santa Cruz/Sierra de Agua, en BMM y bosque de pino-encino.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Amenazada), IUCN (ninguna).

Culebra listonada de montaña cola larga, Culebra de agua

Nombre científico: *Thamnophis scalaris* Cope, 1861

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una especie de tamaño mediano, con una LHC de 601 mm; la forma de la cabeza es amplia y comprimida; las escamas del cuerpo son quilladas; el dorso es de color café, con una franja vertebral de color amarillo o crema, generalmente presenta una serie de manchas café oscuro, con una línea de color amarillo claro en cada lado del cuerpo (Ramírez-Bautista, 2009).



Historia natural: habita en bosques de pino y pino-encino, cerca de pastizales de gran tamaño y de rocas; es de hábitos terrestres; se alimenta de pequeños vertebrados, como lagartijas, pequeñas serpientes y pequeños roedores, las serpientes más pequeñas pueden

comer también lombrices; su reproducción es vivípara (Ramírez-Bautista, 2009).

Distribución y endemismo: es una especie endémica de México, se distribuye en la Faja Volcánica Transmexicana, en el centro de Jalisco, Michoacán, Estado de México, Ciudad de México, Morelos, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y Veracruz.

Distribución dentro del municipio: se registró en Santa Cruz/Sierra de Agua, en bosque de pino-encino.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Amenazada), IUCN (ninguna).



Serpiente ciega del Golfo

Nombre científico: *Amerotyphlops tenuis* (Salvin, 1860)

Peligrosidad: ninguna.

Descripción: es una serpiente de tamaño pequeño a mediano, puede medir hasta 32 cm; la cabeza no se diferencia del resto del cuerpo; su cuerpo es cilíndrico; presenta ojos, pero son muy pequeños y están cubiertos por una escama gruesa, por lo que no son visibles; el hocico es pequeño y achatado, presenta dientes, pero no colmillos; las escamas del vientre y del dorso son lisas y sin diferencias en el tamaño; generalmente la coloración es rosa claro (Dixon y Hendricks, 1979).

Historia natural: esta serpiente vive entre la tierra suelta del suelo de bosques húmedos, degradados, en suelos de cultivo y urbanizados, a poca profundidad; prefiere vivir cerca de hormigueros; su alimentación se basa en el consumo de larvas de hormigas y otros invertebrados pequeños; es una especie fosorial; su reproducción es ovípara (McCranie y Wilson, 2001).



Fotografía de Miguel Ángel de la Torre Loranca

Distribución y endemismo: no es endémica de México; se distribuye en el centro de Veracruz, en el noreste de Oaxaca, al sur de Tabasco y al sureste de Chiapas.

Distribución dentro del municipio: se registró en la zona urbana de Nogales.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).

Cascabel, Cascabel pigmea mexicana

Nombre científico: *Crotalus ravus*
Cope, 1865

Peligrosidad: venenosa.

Descripción: es una serpiente de cascabel de talla pequeña, mide hasta 535 mm de LHC; el cuerpo es robusto, los ma-



chos son más grandes que las hembras; la pupila es elíptica; la cabeza es moderadamente triangular; presenta una profunda abertura (foseta loreal) entre el ojo y la nariz (nostrilo); tiene escamas grandes en la cabeza; las escamas del dorso están fuertemente quilladas; tienen un cascabel largo y estrecho en la punta de la cola; la coloración del dorso es café grisáceo claro, con manchas negras, normalmente estas manchas tienen el centro claro; en la nuca presentan un par de manchas oscuras; el vientre es grisáceo (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).

Historia natural: esta especie habita en climas templados y húmedos, como en bosques de pino, pino-encino, BMM y matorrales, también se puede encontrar en suelos de cultivo; es una especie terrestre, generalmente se les puede observar bajo troncos, entre la hojarasca o asoleándose en rocas; tiene hábitos crepusculares, aunque se le ha visto asoleándose durante las mañanas; se alimenta de lagartijas, mamíferos pequeños e insectos; su dentición es solenoglífa; su reproducción es vivípara (Canseco-Márquez y Gutiérrez Mayén, 2010).

Distribución y endemismo: es endémica de México, tiene una distribución disyunta en la Sierra Madre del Sur, en Oaxaca, en el centro de Guerrero y en la Faja Volcánica Transmexicana en Morelos, Estado de México, Ciudad de México, Puebla, Tlaxcala y Veracruz.

Distribución dentro del municipio: se registró a esta serpiente en las localidades de Santa Cruz/Sierra de Agua y Palo Verde, en bosque de pino-encino, BMM y en suelos de uso antropogénico, como cultivos o panteones.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Amenazada), IUCN (ninguna).



Cascabel, Cascabel transvolcánica

Nombre científico: *Crotalus triseriatus* (Wagler, 1830)

Peligrosidad: venenosa.

Descripción: es una especie de tamaño mediano, alcanza una LHC de 650 mm, las hembras son más pequeñas que los machos; la forma de la cabeza es triangular, con escamas agrandadas en la cabeza; presenta una profunda abertura (foseta loreal) entre el ojo y la nariz (nostrilo); las escamas del dorso están fuertemente quilladas; tienen un cascabel en la punta de la cola; el color del dorso es gris, con manchas negras bordeadas de color blanco a lo largo del cuerpo; el color de la cabeza es gris oscuro; tiene una franja negra detrás de los ojos y un par de parches color pardo oscuro en la nuca; la cola es de color rojizo con anillos grises o negros (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).



Fotografía de Miguel Ángel de la Torre Loranca

Historia natural: habita en ambientes templados de México, principalmente en bosques de pino-encino, en pastizales y en cultivos; es una especie terrestre, se le puede encontrar entre los zacates y en troncos caídos; tiene hábitos diurnos o

crepusculares; se alimenta de pequeños vertebrados como lagartijas, ranas y pequeños mamíferos; su dentición es solenoglifa; su reproducción es vivípara (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).

Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye en las partes altas de la Faja Volcánica Transmexicana, desde el centro de Veracruz hacia Puebla, Tlaxcala, Estado de México y Morelos.

Distribución dentro del municipio: se observó en la localidad de Santa Cruz/Sierra de Agua, en suelos de cultivo.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).

Tepoxo, Mano de metate, Víbora sorda, Nauyaca saltadora

Nombre científico: *Metlapilcoatlus nummifer* (Rüppel, 1845)

Peligrosidad: venenosa.

Descripción: es una serpiente de talla mediana, hay registros de 695 mm de LHC; el cuerpo es



robusto y redondeado; la cabeza ancha y robusta se distingue claramente del cuerpo; los ojos son pequeños con pupila elíptica; presenta una profunda abertura (foseta loreal) entre el ojo y la nariz (nostrilo); las escamas de la cabeza son pequeñas; las escamas del dorso están fuertemente quilladas; la coloración del dorso es café pálido o rojizo; la cabeza es café con algunas manchas oscuras, tiene una franja oscura detrás de los ojos que se extiende hasta la mandíbula; presenta una serie de parches a lo largo del cuerpo de color café oscuro, en forma de diamante, algunos se encuentran fusionados y crean una franja oscura en zig-zag; el color del vientre es café o negro, con manchas irregulares de color blanco o crema; en los juveniles la cola es amarilla (Campbell y Lamar, 2004).

Historia natural: habita en ambientes de BMM, bosque tropical, bosque de pino-encino y en áreas de cultivos; tiene hábitos terrestres y nocturnos, utiliza madrigueras y espacios debajo de troncos muertos para descansar; su alimentación se basa principalmente en el consumo de pequeños vertebrados, como ranas, lagartijas y mamíferos (roedores); tiene dentición solenoglífa; su reproducción es vivípara (Campbell y Lamar, 2004).

Distribución y endemismo: es endémica de México, se distribuye desde el suroeste de San Luis Potosí, a través de Puebla, Hidalgo, Veracruz y Oaxaca.

Distribución dentro del municipio: se registró en Palo Verde, en BMM, dentro de un cultivo.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (Amenazada), IUCN (ninguna).



Víbora de cuernitos, Torito, Nauyaca de cuernos esmeralda

Nombre científico: *Ophryacus smaragdinus* Grünwald, Jones, Franz-Chávez & Ahumada-Carrillo, 2015



Fotografía de Miguel Ángel de la Torre Loranca

Peligrosidad: venenosa.

Descripción: es una serpiente de tamaño mediano (600 mm de LHC); la cabeza es amplia y de forma triangular; las escamas de la cabeza son pequeñas y quilladas, tiene dos escamas delgadas y alargadas arriba de los ojos que asemejan cuernos; presenta una foseta loreal entre el ojo y la nariz (nostrilo); las escamas del dorso están quilladas; el dorso es color esmeralda, verde olivo o café; presenta manchas marrones oscuras delineadas de color negro; las manchas están conectadas por una línea ondulada de color negro; la cabeza presenta un patrón de puntos o manchas negras; detrás de los ojos tiene una franja oscura y debajo de las escamas de la boca tiene franjas de color claro (Grünwald *et al.*, 2015).

Historia natural: esta especie habita en BMM, bosque de pino-encino y bosque de pino, también se le puede encontrar en áreas perturbadas con vegetación secundaria; tiene hábitos arbóreos y terrestres, se le puede observar bajo troncos, pilas de leña, en la hojarasca y en arbustos bajos; tiene hábitos diurnos; se alimenta de pequeños vertebrados; tiene dentición solenoglifa; su tipo de reproducción es vivípara (Grünwald *et al.*, 2015).

Distribución y endemismo: es una especie endémica de México, se distribuye en el este-centro de Hidalgo, oeste-centro de Veracruz, noreste de Puebla y norte-centro de Oaxaca, a lo largo de las laderas húmedas del este de la Sierra Madre Oriental.

Distribución dentro del municipio: se le registró en Palo Verde, en BMM, cerca de Boca del Toro, y en Santa Cruz/Sierra de Agua, en bosque de pino-encino.

Estatus de conservación: NOM-059-2010 (ninguna), IUCN (ninguna).



Glosario



Abanico gular: Porción de piel con colores llamativos formando un pliegue extensible, está presente en algunas lagartijas, siendo más desarrollado en machos quienes lo utilizan en despliegues de cortejo y defensa territorial.

Antropogénico: Efecto en el deterioro del ambiente causado por las actividades del hombre. La tala, quema, cultivos, pastoreo, construcciones, asentamientos humanos, dañan gravemente la diversidad vegetal y animal.

Arborícolas: Organismo que vive en árboles o grandes arbustos.

Artrópodos: Animal invertebrado con un cuerpo segmentado, como insectos, arácnidos o crustáceos.

Bandas dorsolaterales: Franjas que corren por los laterales del cuerpo, entre las patas delanteras y traseras.

Bolsa postfemoral: Pliegue de piel en forma de saco o bolsa, localizado en las extremidades posteriores, particularmente en la superficie posterior del fémur.

Branquias: Órganos respiratorios localizados en el cuello o región faríngea, adaptados para el intercambio de oxígeno directamente con un medio acuático.

Canibalismo: Acto o práctica de alimentarse de los individuos de una misma especie, y generalmente lo hacen de individuos crías o de los huevos.

Cascabel: Estructura queratinizada que se encuentra en la región final de la cola de las serpientes venenosas (víboras de cascabel), que está dividido en varios segmentos de mayor a menor tamaño.

Cresta craneal: Proyección del borde del hueso en la punta o lado de la cabeza en algunas de las especies de sapos.

Dentición opistoglifa: Acomodo de dientes de serpientes semivenenosas con un par de dientes fijos y ligeramente agrandados situados en la parte posterior de la maxila.

Dentición solenoglifa: Acomodo de dientes de serpientes venenosas con un par de dientes móviles y retráctiles, grandes y acanalados (colmillos) situados en la parte anterior de la maxila y por los cuales pasa el veneno cuando muerden.

Desarrollo directo: Organismos que durante su ciclo de vida no pasan por una fase larvaria, por lo que del huevo eclosiona un organismo semejante al adulto.



Desarrollo indirecto: Organismos que durante su ciclo de vida pasan por una fase larvaria (renacuajo) que sufre metamorfosis para llegar al adulto.

Dieta generalizada: Alimentación en la que se incluye uno o unos pocos tipos de alimento.

Disco adhesivo: Se refiere a la expansión de la punta de los dedos en muchas especies de ranas, generalmente asociada con hábitos arborícolas.

Dimorfismo sexual: Conjunto de diferencias morfológicas y fisiológicas que caracterizan y diferencian a los dos sexos de una misma especie.

Distribución: Distribución de los organismos en diferentes regiones que presentan diferentes características fisiográficas y ecológicas

Endémica: Especie restringida a un área determinada.

Epífita: Planta que vive sobre otra planta.

Escama: Estructura en forma de placa, de consistencia dura, que en número variable recubre el cuerpo de los reptiles.

Escamas cantales: escama o escamas que se encuentran en el borde del hocico de las lagartijas.

Escamas dorsales: Tipo de escamas que se localizan en la región del dorso de los reptiles (saurios y serpientes).

Escamas granulares: Escamas de forma irregular y de tamaño pequeño que sobresalen del plano de la región dorsal del cuerpo de las lagartijas, o bien se encuentran en alguna estructura (pliegue o bolsa) del cuerpo de estos vertebrados.

Escamas lisas: Escamas de la región del dorso de las serpientes y de algunas lagartijas; éstas son de forma uniforme.

Escamas quilladas: Escamas del cuerpo de las serpientes y lagartijas; éstas presentan en el centro un borde llamado quilla. Este borde puede o no extenderse a la punta de cada escama.

Especie exótica: Especies que llegan a un ambiente natural por causas antropogénicas, en donde compiten con las especies nativas que terminan por expulsarlas. Generalmente estas especies se vuelven plagas.

Fase larvaria: Organismos que pasan por una etapa larvaria (renacuajos). Varias especies de anfibios (anuros) ponen sus huevos en los cuerpos de agua, y de ellos eclosionan las larvas que más tarde se transforman en adultos.

Forrajeo: Actividad de búsqueda y obtención de alimento.

Foseta loreal: Cavidad profunda a cada lado de la cabeza entre el ojo y el nostrilo, presente en las serpientes viperidas cuya función es la de captar las variaciones en la temperatura, siendo un mecanismo eficiente en la detección de las presas.

Fosorial: Organismo adaptado para excavar o vivir debajo del suelo.

Glándula lumboinguinal: Evidente parche glandular de forma ovalada, localizado en la ingle en algunas ranas.

Glándulas parótidas: Estructura glandular presente en anfibios, localizada atrás del ojo sobre la cabeza; en algunas especies se extiende hasta el cuello y hombros. Las secreciones de esta glándula son tóxicas. Muy desarrollada en los sapos de la familia Bufonidae.

Gránulos: Pequeñas elevaciones redondeadas en la piel de algunos anfibios y reptiles.

Hábitos: Se refiere a la relación entre el tipo del cuerpo de un organismo y el tipo del microhábitat en el que lo podemos encontrar de acuerdo a sus requerimientos de actividad y alimentación.

Hábitos crepusculares: Organismos que son más activos al anochecer o al amanecer.

Hábitos diurnos: Organismos activos durante el día.

Hábitos nocturnos: Organismos activos durante la noche.

Insectívoros: Organismo cuya dieta se basa exclusivamente en consumir insectos.

Invertebrados: Organismos que carecen de columna vertebral.

Larvas: Periodo del ciclo de desarrollo de los animales entre embrión y adulto.

Longitud hocico-cloaca (LHC): Distancia del cuerpo, tomada desde la punta del hocico hasta la cloaca.

Membrana interdigital: Delgada membrana presente en las extremidades de las ranas, la cual conecta los dedos adyacentes, puede presentarse solo en la base o extenderse hasta la punta de los dedos.

Metamorfosis: Proceso que ocurre durante el desarrollo de un organismo para pasar de la etapa larval a la adulta y que implica cambios estructurales y fisiológicos

Nostrilo: Abertura nasal.

Patrones de coloración: Acomodo característico de los colores y las formas que tiene una especie en el cuerpo.



Pliegue granular: Hilera de gránulos pequeños en la región lateral de algunas lagartijas de la familia Anguidae.

Pupila: Círculo negro localizado en el centro del ojo. Cambia de tamaño para regular la cantidad de luz que entra al ojo. En algunos anfibios y reptiles (generalmente especies diurnas) es redonda y en otros es verticalmente elíptica (generalmente especies nocturnas).

Reproducción ovípara: Organismos que tienen una forma de reproducirse poniendo los huevos al exterior.

Reproducción vivípara: Forma de reproducción de los animales, donde el desarrollo embrionario ocurre dentro del cuerpo de las hembras; el embrión se alimenta en forma continua por los tejidos maternos, generalmente a través de una placenta. Las crías nacen vivas.

Surcos costales: Depresiones que se localizan en los costados del cuerpo de los anfibios caudados (salamandras).

Tubérculo: Estructuras que sobresalen de forma irregular o redondeada, que se encuentran en la región dorsal u otras partes del cuerpo.

Tubérculo metatarsal: Tubérculo grande sobre la superficie ventral de los pies.

Vascularizada: Tejido en el que existen vasos, sobre todo sanguíneos.

Vertebrados: Animal que posee una columna vertebral.



Literatura citada



- Aguilar-López, J. L., Sandoval-Comte, A. y Pineda, E. (2017). Distribution, encounter rate and conservation status of *Aquiloerycea cafetalera* (Caudata: Plethodontidae), a recently described Mexican salamander. *Phyllomedusa: Journal of Herpetology*, 16(2), 211–224.
- Campbell, J. A. (1998). *Amphibians and Reptiles of Northern Guatemala, the Yucatan and Belize*. University of Oklahoma Press.
- Campbell, J. A. y Frost, D. R. (1993). Anguillid lizards of the genus *Abronia*: revisionary notes, descriptions of four new species, a phylogenetic analysis, and key. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 216, 1–121.
- Campbell, J. A. y Lamar, W. W. (2004). *The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere*. Comstock.
- Campbell, J. A. y Camarillo, J. L. (1994). A new lizard of the genus *Diploglossus* (Anguillidae: Diploglossinae) from Mexico, with a review of the Mexican and northern Central American species. *Herpetologica*, 50(2), 193–209.
- Canseco-Márquez, L. y Gutiérrez-Mayén, M. G. (2010). *Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Conabio; Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán AC; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Conant, R. (1969). A review of the water snakes of the genus *Natrix* in Mexico. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 142, 1–140.
- Dixon, J. R. y Hendricks F. S. (1979). The wormsnakes (family Typhlopidae) of the neotropics, exclusive of the Antilles. *Zoologische Verhandelingen*, (173), 1–39.
- Dixon, J. R. y Lemos-Espinal, J. A. (2010). *Anfibios y reptiles del estado de Querétaro*. Universidad de Texas; UNAM; CONABIO.
- Duellman, W. E. y Trueb, L. (1994). *Biology of amphibians*. The Johns Hopkins University Press.
- Duellman, W. E. (2001). *The Hylid Frogs of Middle America*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- Flores-Villela, O., Hammerson, G. A., Hladki, A. I., Köhler, G., Lamar, W., Ramírez-Pinilla, M., Renjifo, J. y Urbina-Cardona, N. (2017). *Drymobius margaritiferus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T197481A2488545.
- García-Mares, R. A. (2013). Aspectos ecológicos y dimorfismo sexual de la lagartija vivípara *Sceloporus formosus* (Squamata: Phrynosomatidae) en la parte centro-este del estado de Puebla [tesis de licenciatura, UNAM].



- Goyenechea, I. y Flores-Villela, O. (2006). Taxonomic summary of *Conopsis*, Günther, 1858 (Serpentes: Colubridae). *Zootaxa*, 1271(1), 1–27.
- Grünwald, C. I., Jones, J. M., Franz-Chávez, H., y Ahumada-Carrillo, I. T. (2015). A new species of *Ophryacus* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae) from eastern Mexico, with comments on the taxonomy of related pitvipers. *Mesoamerican Herpetology*, 2(4), 387–416.
- Hallowell, E. (1856). Notes on reptiles in the collection of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 8, 221–238.
- Hanken, J. y Wake, D. B. (1998). Biology of tiny animals: systematics of the minute salamanders (Thorius: Plethodontidae) from Veracruz and Puebla, Mexico, with descriptions of five new species. *Copeia*, 1998(2), 312–345.
- Lemos-Espinal, J. A., y Dixon, J. R. (2013). *Amphibians and Reptiles of San Luis Potosí*. Eagle Mountain Publishing.
- Lemos-Espinal, J.A. and Smith, G.R. (2015). Amphibians and reptiles of the state of Hidalgo, Mexico. *Check List: Journal of Biodiversity Data*, 11(1642), 1–11
- McCranie, J. R. y L. D. Wilson. (2001). Taxonomic status of *Typhlops stadelmani* Schmidt (Serpentes: Typhlopidae). *Copeia*, 2001(3), 820–822.
- McCranie, J. R. (2011). *The Snakes of Honduras: Systematics, Distribution, and Conservation*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- Myers, C. W. (1974). The systematics of *Rhadinea* (Colubridae), a genus of New World snakes. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 153, 1–262.
- Parra-Olea, G., García-Paris, M., Papenuefuss, T. J. y Wake, D. B. (2005). Systematics of the *Pseudoeurycea bellii* (Caudata: Plethodontidae) species complex. *Herpetologica*, 61(2), 145–158.
- Parra-Olea, G., Rovito, S. M., Márquez-Valdelamar, L., Cruz, G., Murrieta-Galindo, R. y Wake, D. (2010). A new species of *Pseudoeurycea* from the cloud forest in Veracruz, México. *Zootaxa*, 2725(1), 57–68.
- Perez-Higareda, G., López-Luna, M. A. y Smith, H. M. (2007). *Serpientes de la Region de Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico, Guia de identificación ilustrada*. UNAM.
- Pineda, E., y Halffter, G. (2004). Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in Mexico. *Biological Conservation*, 117, 499–508.

- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., García-Vázquez, U. O., Leyte-Manrique, A. y Canseco-Márquez, L. (2009). Herpetofauna del Valle de México: diversidad y conservación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Conabio.
- Rossman, D. A. y Burbrink, F. T. (2005). Species limits within the Mexican garter snakes of the *Thamnophis godmani* complex. *Occ. Papers Mus. Nat. Science* (79), 1–43.
- Rossman, D. A., Ford, N. B. y Seigel, R. A. (1996). *The Garter Snakes*. University of Oklahoma Press.
- SEMARNAT. (2018). Programa de acción para la conservación de las especies *Abronia* (*Abronia* spp) en México. SEMARNAT, CONANP.
- Shannon, F. A. y Werler, J. E. (1955). Report on a small collection of amphibians from Veracruz, with a description of a new species of *Pseudoeurycea*. *Herpetologica*, 11, 81–85.
- Smith, H. M. (1939). Mexican herpetological novelties. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 52, 187–196.
- Smith, H. M. y Chiszar, D. (2001). *Pliocercus elapoides* Cope Variegated False Coral Snake. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles* (739), 1–11.
- Streicher, J. W., García-Vázquez, U. O., Ponce-Campos, P., Flores-Villela, O., Campbell, J. A. y Smith, E. N. (2014). Evolutionary relationships amongst polymorphic direct-developing frogs in the *Craugastor rhodopis* species group (Anura: Craugastoridae). *Systematics and Biodiversity*, 12(1), 1–22.
- Vitt, L. J. y Caldwell, J. P. (2014). *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. ELSEVIER Inc.
- Webb, R. G. (2004). Observations on tiger salamanders (*Ambystoma tigrinum* complex, Family Ambystomatidae) in Mexico with description of a new species. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society*, 122-143.
- Wells, K. D. (2010). *The ecology and behavior of amphibians*. University of Chicago Press.
- Wilson, L. D. 1974. *Drymobius margaritiferus*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, 172, 1–2.
- Zaldívar-Riverón, A., Schmidt, W. y Heimes, P. (2002). Revisión de las categorías en el proyecto de norma oficial mexicana (PROY-NOM-059-2000) para las especies de lagartijas de la familia Anguidae (Reptilia). Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera”; Facultad de Ciencias, UNAM.



