

Anfibios y reptiles de la sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México

N. Martín–Regalado, M. C. Lavariega, R. M. Gómez–Ugalde & C. Rodríguez–Pérez

Martín–Regalado, N., Lavariega, M. C., Gómez–Ugalde, R. M. & Rodríguez–Pérez, C., 2016. Anfibios y reptiles de la sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 14: 217–232.

Abstract

Amphibians and reptiles of the Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, Mexico.— We surveyed amphibian and reptile communities in temperate forest in the Sierra de Cuatro Venados to increase knowledge of the Oaxacan herpetofauna. We obtained 193 visual and 106 voucher records during 38 days of fieldwork. During the study, we recorded 36 of the 40 species predicted to occur in this mountain range: nine amphibians and 27 reptiles, five of which represent new records at the regional scale. Pine–oak and oak–pine forest habitats were most similar in terms of taxonomic composition (70%), and together contributed a total of 29 species (79%). Species richness was greatest in the altitudinal range 2,001–2,500 a.m.s.l. (72%) and terrestrial microhabitat (89%). Fifteen of the observed species (42%) are considered to be threatened nationally or internationally, twelve are endemic to Mexico, and one is locally endemic. The total number of reptile and amphibian species known to inhabit the Montañas y Valles del Occidente physiographic region is increased to 122.

Key words: Distribution, Diversity, Herpetofauna, Temperate forest

Resumen

Anfibios y reptiles de la sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México.— Se estudiaron las comunidades de anfibios y reptiles que habitan los bosques templados (bosque de pino, bosque de encino, bosque de pino–encino y bosque de encino–pino) de la sierra de Cuatro Venados con el objetivo de contribuir al conocimiento de la herpetofauna de Oaxaca. En 38 días de trabajo de campo se obtuvieron 193 registros visuales y 106 recolecciones, registrándose un total de 36 especies: nueve de anfibios y 27 de reptiles. Entre las 40 especies que se preveía encontrar en esa zona montañosa, 36 se registraron en el estudio, siendo cinco de ellas nuevos registros, con lo que la riqueza específica de la región fisiográfica Montañas y Valles del Occidente de Oaxaca aumenta a 122 especies. La riqueza de especies fue mayor en el rango altitudinal de 2.001–2.500 m (72%) y en el microhábitat terrestre (89%). Las comunidades herpetofaunísticas del bosque de pino–encino y del bosque de encino–pino fueron las que presentaron mayor similitud en cuanto a composición taxonómica (70%) y, en conjunto, albergan un total de 29 especies (79%). Quince de las especies observadas (42%) están incluidas en alguna categoría de riesgo nacional o internacional, 12 especies son endémicas de México y una de Oaxaca.

Palabras clave: Bosques templados, Distribución, Diversidad, Herpetofauna

Resum

Amfibis i rèptils de la serra de Cuatro Venados, Oaxaca, Mèxic.— Es van estudiar les comunitats d'amfibis i rèptils que habiten els boscos temperats (bosc de pi, bosc d'alzina, bosc de pi–alzina i bosc d'alzina–pi) de la serra de Cuatro Venados amb l'objectiu de contribuir al coneixement de l'herpetofauna d'Oaxaca. En 38 dies de treball de camp es van obtenir 193 registres visuals i 106 recol·leccions i es van registrar un total de 36 espècies: nou d'amfibis i 27 de rèptils. Entre les 40 espècies que es preveia trobar en aquesta zona muntanyosa, 36 van ser registrades a l'estudi i cinc van ser registres nous, amb la qual cosa la riquesa específica de la regió fisiogràfica Muntanyes i Valls de l'Occident d'Oaxaca augmenta a 122 espècies. La riquesa d'espècies va ser més gran en el rang altitudinal de 2.001–2.500 m (72%) i en el microhàbitat terrestre (89%). Les comunitats herpetofaunístiques del bosc de pi–alzina i del bosc d'alzina–pi van ser les que van presentar més similitud pel que fa a composició taxonòmica (70%) i, en conjunt, acullen un total de 29 espècies (79%). Quinze de les espècies observades (42%) estan incloses en alguna categoria de risc nacional o internacional, 12 espècies són endèmiques de Mèxic i una d'Oaxaca.

Paraules clau: Boscos temperats, Distribució, Diversitat, Herpetofauna

Received: 31/08/15; Conditional acceptance: 30/08/16; Final acceptance: 05/10/16

Natalia Martín–Regalado, Mario C. Lavariega, Lab. de Vertebrados Terrestres, CIIDIR–IPN, Unidad Oaxaca, calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, C.P. 71230, México.

Rosa M. Gómez–Ugalde y Ciro Rodríguez–Pérez, Inst. Tecnológico del Valle de Oaxaca, Ex–Hda. de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México.

Corresponding author: N. Martín–Regalado. E–mail: cinthia_14@msn.com

Introducción

En México, el Estado de Oaxaca ocupa los primeros lugares en riqueza de especies de distintos grupos de plantas y animales (García–Mendoza et al., 2004). Particularmente, la riqueza herpetofaunística de Oaxaca ocupa el primer lugar en número de especies y endemismos (Casas–Andreu et al., 2004; Flores–Villela & García–Vásquez, 2014; Parra–Olea et al., 2014; Mata–Silva et al., 2015), con 442 especies (149 anfibios y 293 reptiles), 93 de las cuales son endémicas del Estado (Mata–Silva et al., 2015). Sin embargo, el territorio de Oaxaca no ha sido explorado adecuadamente ya que los esfuerzos de recolección se han concentrado en los Valles Centrales y en el istmo de Tehuantepec, mientras que existen vacíos en las montañas del noreste y suroeste (Casas–Andreu et al., 2004).

En esta situación se encuentra la sierra de Cuatro Venados, en el centro–oeste de Oaxaca (Binford, 1989), donde los principales estudios faunísticos se han realizado en las orillas de las principales carreteras (Chávez, 2009). Ante la necesidad de conocer la composición de especies en una región determinada, los inventarios son de suma importancia ya que proporcionan elementos necesarios para plantear, desarrollar y promover proyectos de manejo y conservación de los recursos naturales (Noss, 1990; Alverson et al., 1994). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio es aportar por primera vez información respecto a la composición (riqueza y abundancia de especies), patrones de distribución espacial (altitudinal, tipo de vegetación y microhábitat), estado de conservación y endemismo de los anfibios y reptiles de la sierra de Cuatro Venados.

Material y métodos

Área de estudio

La sierra de Cuatro Venados se encuentra en el centro–occidente del Estado de Oaxaca, México. Esta sierra está situada en la subprovincia fisiográfica Montañas y Valles del Occidente (Ortiz et al., 2004), entre las coordenadas geográficas 16,560° y 17,421° de latitud norte y –96,833° y –97,432° de longitud oeste (Datum WGS84) y tiene una superficie aproximada de 2.210 km² (fig. 1).

Los principales tipos de climas son: (a) templado subhúmedo, con lluvias de verano, una precipitación que va de 600 a 2.500 mm y una temperatura media anual de 14°C a 17°C; (b) templado húmedo, con lluvias de verano, una precipitación de 1.500 a 2.500 mm y una temperatura media anual de 10°C a 14°C; (c) cálido subhúmedo, con lluvias de verano, un rango de precipitación entre 800 y 1.200 mm y una temperatura media anual de 26°C a 28°C, y (d) semiseco semicálido, con lluvias de verano, precipitación de 400 a 1.000 mm y temperatura media anual de 16°C a 18°C (INEGI, 2000; Trejo, 2004). De los tipos de vegetación existentes en el área de estudio se muestrearon solo los que mencionan Chávez (2009), Torres–Colín (2004) e INEGI (2013) como predominantes, los cuales son: bosque de pino (37,3%), bosque de pino–encino (23,6%), bosque de encino (6,1%) y selva baja caducifolia (3,8%).

Recolección de datos

Entre los meses de abril de 2010 y enero de 2011 se realizaron visitas a 28 localidades que estuvieron distribuidas en bosque de pino (n = 14), bosque de pino–encino (n = 7), bosque de encino–pino (n = 4) y selva baja caducifolia (n = 3). El número de localidades visitadas por tipo de vegetación estuvo determinado por la autorización de los propietarios, su accesibilidad y la extensión territorial que ocupa cada tipo de vegetación. En cada

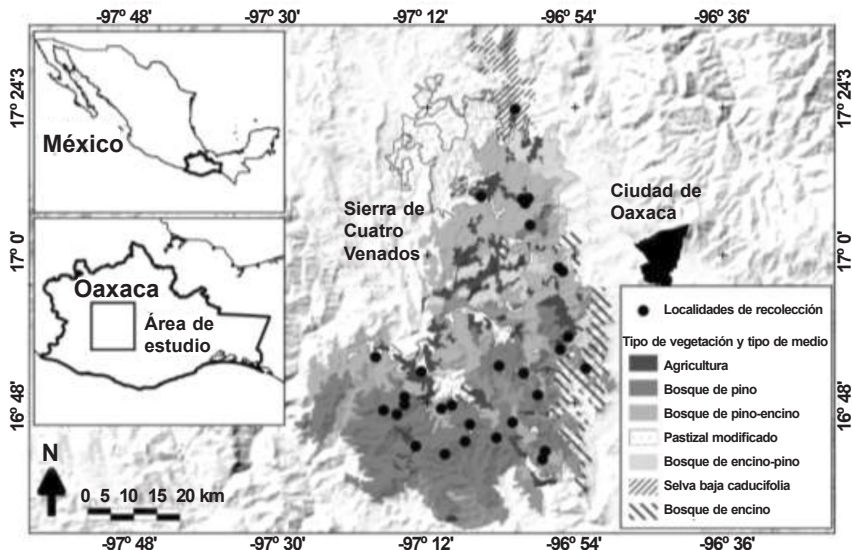


Fig. 1. Sierra de Cuatro Venados y localización de los localidades de recolección.
Fig. 1. Sierra de Cuatro Venados and localities sampled.

localidad, dos personas hicieron recorridos diurnos, crepusculares y nocturnos de dos horas de duración para registrar especies con distintos patrones de actividad. Los anfibios, lagartijas y serpientes no venenosos se capturaron de forma manual, mientras que en el caso de las serpientes venenosas se utilizaron una pinza herpetológica y guantes de carnaza (Casas–Andreu et al., 1991). De cada organismo capturado u observado se registró: localidad, coordenadas y altitud (con un geoposicionador Garmin), tipo de vegetación, fecha, hora de registro/recolecta, microhábitat (terrestre, arborícola, ripario y saxícola; Gutiérrez–Mayen & Salazar, 2006). En lo posible, se tomaron fotografías y características útiles para la determinación taxonómica de los ejemplares (sexo, coloración, longitud total, longitud cabeza–cloaca y peso). Para determinar la coloración se utilizó el catálogo de colores de Köhler (2012). La determinación taxonómica se llevó a cabo con las claves de identificación de anfibios y reptiles de Smith & Taylor (1945, 1948, 1950), Casas–Andreu & McCoy (1979) y Flores–Villela et al. (1995). Algunos ejemplares fueron recolectados y preparados como especímenes *voucher*, mediante la fijación con formaldehído al 10% y su preservación en alcohol al 70%.

Las recolectas fueron realizadas bajo el amparo de colector número FAU–FLO–0031 emitido por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y se depositaron en la Colección de Vertebrados del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. La lista de especies se ordenó de acuerdo con Mata–Silva et al. (2015).

Análisis de datos

Se obtuvo la riqueza de especies por microhábitat (terrestre, arborícola, ripario y saxícola), tipo de vegetación (bosque de pino–encino, bosque de encino–pino, bosque de encino, bosque de pino y selva baja caducifolia) y distribución altitudinal, considerando cinco intervalos distribuidos de forma arbitraria (1.000–1.500 m, 1.501–2.000 m, 2.001–2.500 m y 2.501–3.000 m).

Para evaluar la completitud del inventario se probaron modelos de acumulación de especies (Soberón & Llorente, 1993; Villareal et al., 2006). Para ello, los datos de presencia–ausencia de las especies en los muestreos fueron aleatorizados 100 veces en el programa EstimateS para eliminar el efecto del orden específico en que ingresan los registros (Colwell, 2009). Posteriormente, los datos se exportaron al programa Species Accumulation Functions Versión Beta (CIMAT, 2003), donde se probó el ajuste de los datos aleatorizados con los modelos exponencial, logarítmico y de Clench y se elaboraron curvas de acumulación. Cuando las curvas no presentaron la asíntota, con los parámetros *a* y *b* obtenidos de los modelos se calculó, con un 95% de confianza, cuántas especies faltaron por registrar, así como el esfuerzo requerido para obtenerlas (Colwell, 2009).

Para conocer la similitud en la composición de especies entre tipos de vegetación y microhábitats se usó el índice de Bray–Curtis en el programa PRIMER 5 (PRIMER–E, 2001), utilizando las abundancias de las especies en cada variable. En el análisis de similitud de tipos de vegetación no se incluyó la selva baja caducifolia debido a que en ella solo se registraron tres especies.

El nivel de endemismo se tomó de Mata–Silva et al. (2015) y el grado de amenaza se obtuvo de la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT, 2010), de Wilson et al. (2013) y de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2015).

Resultados

Riqueza y abundancia de especies de anfibios y reptiles

En 38 días efectivos de trabajo de campo se obtuvieron un total de 299 registros ([anexo 1](#)), de los que 106 fueron ejemplares recolectados. La riqueza específica corresponde a 36

Tabla 1. Composición de las especies de anfibios y reptiles de la sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México.

Table 1. Composition of species of amphibian and reptile in the Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, Mexico.

Clase	Orden	Suborden	Familias (16)	Géneros	Especies
Amphibia	Anura (19,4%)		Bufo	1	1
			Craugastoridae	1	2
			Eleutherodactylidae	1	1
			Hylidae	2	3
			Plethodontidae	1	2
Reptilia	Squamata (75,0%)	Sauria (47,2%)	Anguillidae	4	4
			Dactyloidae	1	1
			Mabuyidae	1	1
			Phrynosomatidae	3	8
			Scincidae	1	1
			Teiidae	2	2
		Serpentes (27,8%)	Colubridae	3	3
			Dipsadidae	2	2
			Elapidae	1	1
			Natricidae	2	3
			Viperidae	1	1
Total				27	36

especies, distribuidas en 27 géneros y 16 familias (tabla 1). Del total de especies, nueve son anfibios pertenecientes a dos órdenes y cinco familias, la mejor representada de las cuales fue Hylidae (tres especies). Un total de 27 especies de reptiles de 11 familias del orden Squamata fueron registradas. Las familias de reptiles mejor representadas fueron Phrynosomatidae (ocho especies), Anguillidae (cuatro especies) y Colubridae (tres especies). Los anfibios más abundantes fueron *Craugastor pygmaeus* (33,3%), *Incilius occidentalis* (22,2%) e *Hyla euphorbiacea* (22,2%), en tanto que los reptiles más abundantes fueron *Mesaspis gadovii* (13,0%), *Norops quercorum* (10,0%) y *Sceloporus grammicus* (6,6%).

Distribución altitudinal

En los pisos altitudinales 2.001–2.500 m y 2.501–3.000 m se observaron las riquezas específicas más altas, con 26 y 21 especies respectivamente. La única especie de anfibio que se registró en los cuatro pisos altitudinales fue *Incilius occidentalis*, seguida por *Pseudoeurycea anitae* y *Craugastor mexicanus* que se registraron en tres pisos altitudinales. En cuanto a los reptiles, *Norops quercorum*, *Sceloporus grammicus*, *S. siniferus* y *S. aureolus* se observaron en tres de los cuatro pisos altitudinales (anexo 2).

Riqueza específica por tipo de vegetación

La riqueza de anfibios fue mayor en el bosque de encino–pino (seis especies) y pino–encino (cuatro especies), mientras que en la selva baja caducifolia solo se registraron dos especies (*Craugastor mexicanus* e *Incilius occidentalis*) (anexo 2). En los reptiles, el tipo de vegetación con mayor riqueza específica fue el bosque de pino–encino (18 especies), seguido del bosque de encino–pino (16 especies); en la selva baja caducifolia sólo se registró una especie (*Sceloporus siniferus*) (anexo 2).

Riqueza específica por microhábitat

Treinta y dos especies (86,5%) se hallaron en el microhábitat terrestre, nueve especies (24,3%) ocuparon el ripario, ocho especies (21,6%) el arborícola y tres (8,1%) el saxícola. Los anfibios fueron observados principalmente en los microhábitats terrestre y ripario (cinco especies cada uno). En cambio, no se registró ningún anfibio en el microhábitat saxícola. Fueron más comunes las especies que solo usaron un microhábitat (23 especies; 62,2%), mientras que 10 especies (27,0%) usaron dos. *Craugastor pygmaeus*, *Sceloporus formosus* y *Norops quercorum* se observaron en tres de los cuatro microhábitats (anexo 2).

Curvas de acumulación de especies

El mejor modelo que se ajustó a los datos observados aleatorizados fue el logarítmico ($a = 4,838$; $b = 0,069$), seguido por el de Clench ($a = 3,343$; $b = 0,060$) y, al final, el exponencial ($a = 2,608$; $b = 0,065$). El modelo logarítmico estimó en 40,1 el total de especies, mientras que el modelo de Clench lo hizo en 55,7 y el exponencial en 43,6, de manera que en los muestreos se registraron el 89,7, 64,1 y 82,5% de las especies estimadas por los modelos, respectivamente. El número de muestreos adicionales para registrar el 95% de las especies estimadas es de 46 para el modelo exponencial y de 316 para el de Clench (fig. 2).

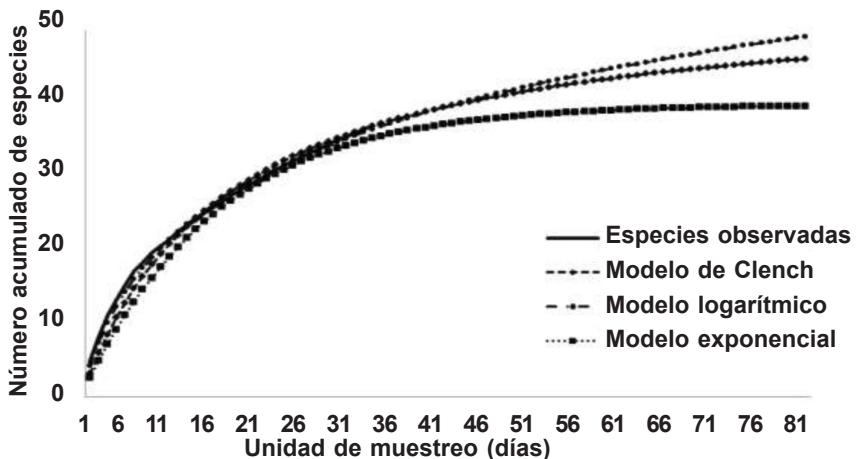


Fig. 2. Curvas de acumulación de especies de anfibios y reptiles en la sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México.

Fig. 2. Accumulation curves for species of amphibian and reptile in the Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, Mexico.

Similitud

El bosque de pino–encino y el bosque de encino–pino formaron un grupo con el 70% de similitud, al que se unió el bosque de pino con el 39,7% y, finalmente, el bosque de encino con el 23,2% (fig. 3). En cuanto a los microhábitats, fue notable la baja similitud específica, formándose dos grupos (fig. 4): el primero, con especies terrestres y riparias (16,2%) y el segundo con especies arborícolas y saxícolas (15,4%).

Conservación y endemismo

Quince especies (41,7%) están incluidas en las listas de alguna categoría de riesgo por la NOM–059–ECOL–2010 (SEMARNAT, 2010), siendo 12 de ellas endémicas de México y una de Oaxaca. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2015) tiene en lista 29 especies (70,5 %), 12 endémicas de México y una de Oaxaca. La salamandra *Pseudoeurycea anitae* y la lagartija *Abronia mixteca* se encuentran amenazadas (A) en la NOM–059–ECOL–2010, mientras que en la lista roja de la IUCN están catalogadas como en peligro crítico (CE) y vulnerable (V), respectivamente (anexo 3).

Discusión

Los anfibios y reptiles registrados en la sierra de Cuatro Venados representan el 9% de las especies, el 19% de los géneros y el 32% de las familias conocidas en el estado de Oaxaca (Mata–Silva et al., 2015). Al contrastar las especies registradas con las listas de Casas–Andreu et al. (2004) y Mata–Silva et al. (2015), cinco especies (*Pseudoeurycea anitae*, *Barisia imbricata*, *Marisora brachypoda*, *Sceloporus siniferus* y *Conopsis megalodon*) representan nuevos registros para la subprovincia fisiográfica Montañas y Valles del Occidente de Oaxaca, con lo que la riqueza de especies conocida en dicha región asciende a un total de 122. Considerando lo anterior, en la sierra de Cuatro Venados se registraron el 29,16% de los anuros, el 20% de las salamandras, el 42,5% de las lagartijas y el 22,9% de las serpientes presentes en las montañas y valles del Occidente de Oaxaca. Sin embargo, el modelo de acumulación de especies que mejor se ajustó a los datos estimó 40 especies para el área de estudio.

El número de especies de anfibios y reptiles de la sierra de Cuatro Venados fue mayor que en otros trabajos realizados en bosques templados de la República Mexicana (Vega–López & Álvarez, 1992; Peterson et al., 2004; Fernández–Badillo & Goyenechea–Mayer, 2010; Vite–Silva et al., 2010; Cruz–Elizalde & Ramírez–Bautista, 2012), lo que puede ser un reflejo de la heterogeneidad ambiental e historia biogeográfica de Oaxaca, las cuales causaron una alta diversidad de especies, distribuyéndose en su territorio una de cada tres especies presentes en México (Mata–Silva et al., 2015).

Wilson et al. (2010) señala que los bosques templados, después de las selvas lluviosas, albergan un número considerable de especies debido a la combinación de los factores ambientales de elevación, exposición, temperatura y precipitación, que originan ambientes heterogéneos (Owen, 1989; Quian, 2010). Los bosques templados de Oaxaca se caracterizan por su heterogeneidad (Castellanos–Bolaños et al., 2010) y en particular los bosques de pino–encino y encino–pino suelen mantener una alta diversidad vegetal (Mondragón–Chaparro et al., 2006; Zacarias–Eslava & del Castillo, 2010), lo que contribuye a la presencia de diferentes microhábitats que pueden ser usados por distintas especies de anfibios y reptiles. Lo anterior explicaría la mayor riqueza de especies registrada en el bosque de pino–encino y en el bosque de encino–pino del presente estudio.

Los anfibios y reptiles de la sierra de Cuatro Venados usaron principalmente el microhábitat terrestre, seguido por el ripario, lo que coincide con lo reportado en otros trabajos en Oaxaca (Rendón et al., 1998; Peterson et al., 2004; Martín–Regalado et al., 2011).

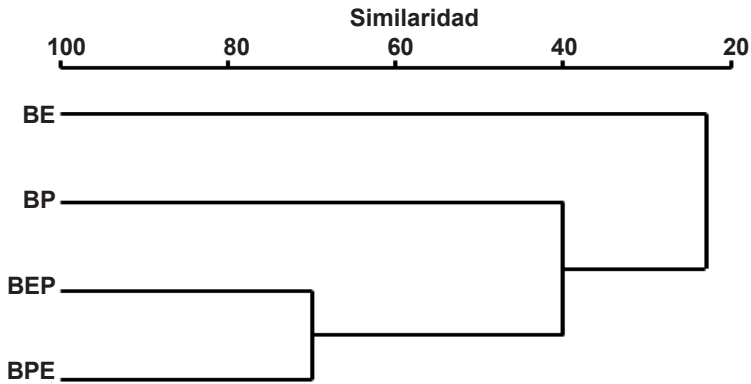


Fig. 3. Dendrograma de similitud de Bray–Curtis de las comunidades de anfibios y reptiles en los tipos de vegetación estudiados en la sierra de Cuatro Venados. Tipo de vegetación: BE. Bosque de encino; BP. Bosque de pino; BPE. Bosque de pino–encino; BEP. Bosque de encino–pino.

Fig. 3. A Bray–Curtis similarity dendrogram of the amphibians and reptiles communities in the vegetation types studied at the Sierra de Cuatro Venados. Vegetation type: BE. Oak forest; BP. Pine forest; BPE. Pine–oak forest; BEP. Oak–pine forest.

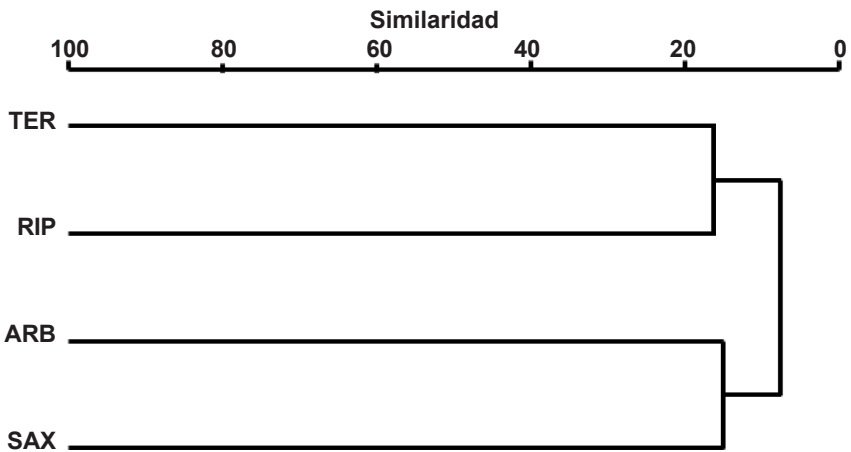


Fig. 4. Dendrograma de similitud de Bray–Curtis de las comunidades de anfibios y reptiles en los microhábitats estudiados en la sierra de Cuatro Venados. Microhábitat: TER. Terrestre; RIP. Ripario; ARB. Arborícola; SAX. Saxícola.

Fig. 4. A Bray–Curtis similarity dendrogram of the amphibians and reptiles communities in the microhabitats studied at the Sierra de Cuatro Venados. Microhabitat: TER. Terrestrial; RIP. Riparian; ARB. Arboricolous; SAX. Saxicolous.

El microhábitat ripario alcanzó el segundo lugar en riqueza de especies (principalmente anfibios que encuentran en el mismo las condiciones de humedad adecuadas para vivir y recursos alimentarios, siendo un lugar importante en su ciclo de vida). Este microhábitat puede ser frecuentado al mismo tiempo por serpientes que basan su alimentación en anfibios (por ej., *Thamnophis*; Canseco–Márquez & Gutiérrez–Mayén, 2010). El microhábitat menos utilizado fue el saxícola, lo que se puede deber a su baja representatividad en el área de estudio (obs. pers.).

Solo el anfibio *Incilius occidentalis* se encontró en los cinco tipos de vegetación, mientras que cinco lagartijas (*Sceloporus formosus*, *S. grammicus*, *S. omiltemanus*, *Norops quercorum* y *Sceloporus aureolus*) se registraron en cuatro. Las lagartijas mostraron asimismo una mayor distribución altitudinal que las serpientes y los anfibios, lo que coincide con lo indicado por Brattstrom (1965), Macip–Ríos & Muñoz–Alonso (2008) y Cruz–Elizalde & Ramírez–Bautista (2012), quienes señalan que las lagartijas son más tolerantes a amplios rangos de temperatura que los otros grupos.

Este estudio se suma a los trabajos realizados en la zona de estudio (Lavariega et al., 2011, 2012, 2016; Martín–Regalado et al., 2012) que tienen por objeto contribuir al conocimiento y conservación de la fauna de vertebrados en la sierra de Cuatro Venados. Esta región ha sido poco explorada biológicamente, pero destaca en cuanto a su conservación, que es realizada por comunidades forestales bajo esquemas de aprovechamiento sostenible (Chávez, 2009). Sin embargo, la alta riqueza de especies y la alta proporción de especies endémicas (36,1%) y amenazadas en los ámbitos nacional e internacional (47,2%) requieren una evaluación de las poblaciones y de su respuesta al manejo forestal y al cambio climático a fin preservarlas. Finalmente, se recomienda realizar talleres de sensibilización en las comunidades incluidas en la sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, con el objetivo de prevenir el sacrificio de anfibios y reptiles estigmatizados.

Agradecimientos

Los autores damos las gracias a las autoridades de las comunidades visitadas por permitirnos el acceso y acompañarnos al campo, así como a las personas que nos han ayudado durante el trabajo de campo, especialmente J. Aragón y N. Hernández. También agradecemos a G. Köhler las determinaciones de algunas especies y la revisión del presente manuscrito. Agradecemos asimismo a dos revisores anónimos sus valiosas observaciones a este manuscrito. El programa Conservación en Comunidades Indígenas (COINBIO) ha aportado la financiación necesaria para el desarrollo de este estudio.

Referencias

- Alverson, W. S., Valler, D. & Kuhlmann, W., 1994. *Wild forests: conservation biology and public policy*. Island Press, Washington, D.C.
- Brattstrom, B. H., 1965. Body temperatures of reptiles. *American Midland Naturalist*, 73(2): 376–422.
- Binford, L. C., 1989. A distributional survey of the state of Oaxaca. *Ornithological Monographs*, 43: 1–428.
- Canseco–Márquez, L. & Gutiérrez–Mayén, L. M., 2010. *Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán–Cuicatlán*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Casas–Andreu, G. & McCoy, J. C., 1979. *Anfibios y reptiles de México*. Editorial Limusa, México, D.F.
- Casas–Andreu, G., Méndez–de la Cruz, F. R. & Aguilar–Miguel, X., 2004. Anfibios y reptiles. En: *Biodiversidad de Oaxaca*: 375–390 (A. J. García–Mendoza, M. J. Ordóñez & M. Brio-

- nes–Salas, Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund, México, D.F.
- Casas–Andreu, G., Valenzuela–López, G. & Ramírez–Bautista, A., 1991. *Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles*. Cuadernos del Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.
- Castellanos–Bolaños, J. F., Treviño, E. J., Aguirre–Calderón, O. A., Jimenez–Pérez, J. & Velázquez–Martínez, A., 2010. Diversidad arbórea y estructura espacial de bosques de pino–encino en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(2): 39–52.
- Chávez, E., 2009. *Estudio Regional Forestal, Unidad de Manejo Forestal Regional No 2012 Sierra Sur, Zimatlán, Sola de Vega, Valles Centrales A. C.* Gobierno del Estado de Oaxaca, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Colegio de Profesionales Forestales de Oaxaca A. C. Oaxaca, México.
- CIMAT (Centro de Investigación en Matemáticas A.C.), 2003. Species Accumulation Functions. Versión Beta. [en línea] <http://cimat.mx/en/Descargas_de_software> [consulta: 25 de noviembre de 2015].
- Colwell, R. K., 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8 [en línea]. <<http://viceroy.eeb.uconn.edu>> [consulta: 20 de noviembre de 2015].
- Cruz–Elizalde, R. & Ramírez–Bautista, A., 2012. Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(2): 458–467.
- Fernández–Badillo, L. & Goyenechea–Mayer, I., 2010. Anfibios y reptiles del valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81(3): 705–712.
- Flores–Villela, O. & García–Vázquez, U. O., 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 467–475.
- Flores–Villela, O., Mendoza, F. Q. & González, G. P., 1995. *Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México*. Publicaciones Especiales del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” No. 10. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- García–Mendoza, A. J., Ordóñez, M. J. & Briones–Salas, M. (Eds.), 2004. *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund, México, D.F.
- Gutiérrez–Mayén, M. G. & Salazar, J. A., 2006. Herpetofauna de los municipios de Camocuautla, Zapotitlán de Méndez y Huitzilán de Serdán, de la Sierra Norte de Puebla. En: *Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad*: 197–223 (A. Ramírez–Bautista, L. Canseco–Márquez & F. Mendoza–Quijano, Eds.). Sociedad Herpetológica Mexicana, A. C., México, D.F.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), 2000. *Climas. Mapa vectorial. Escala 1:1000,000* [en línea]: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <<http://www.inegi.org.mx>> [consulta: 20 enero 2015].
- 2013. *Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250,000, serie V (capa unión)* [en línea]: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <<http://www.inegi.org.mx>> [consulta: 20 enero 2015].
- IUCN, 2015. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la IUCN. Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la IUCN, IUCN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Köhler, G., 2012. *Color catalogue for biologists*. Herpeton, Offenbach, Annemarie Ohler.
- Lavariega, M. C., Martín–Regalado, N., Rodríguez–Pérez C. & Gómez–Ugalde, R. M., 2011. Registro del tecolote afilador (*Aegolius acadicus*) en las montañas y valles del occidente de Oaxaca, México. *HUITZIL*, 12(2): 48–52.
- Lavariega, M. C., Martín–Regalado, N. & Gómez–Ugalde, R. M., 2012. Mamíferos del centro–occidente de Oaxaca, México. *THERYA*, 3(3): 349–370.
- Lavariega, M. C., Martín–Regalado, N., Gómez–Ugalde, R. M. & Aragón, J., 2016. Avifauna

- de la Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México. *HUITZIL*, 17(2): 198–214.
- Macip–Ríos, R. & Muñoz–Alonso, A., 2008. Diversidad de lagartijas en cafetales y bosque primario en el Soconusco chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79(1): 185–195.
- Martín–Regalado, C. N., Gómez–Ugalde, R. M. & Cisneros–Palacios, M. E., 2011. Herpetofauna del Cerro Guiengola, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 27(2): 359–376.
- Martín–Regalado, C. N., Lavariega M. C. & Gómez–Ugalde, R. M., 2012. Registros nuevos de *Abronia mixteca* (Sauria: Anguillidae) en Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(3): 859–863.
- Mata–Silva, V., Johnson, J. D., Wilson, L. D. & García–Padilla, E., 2015. The herpetofauna of Oaxaca, Mexico: composition, physiographic distribution, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology*, 2(1): 6–62.
- Mondragón–Chaparro, D., Villa–Gúzman, D. M., Escobedo–Sarti, G. J. & Franco–Méndez, A. D., 2006. La riqueza de bromelias epifitas a lo largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México. *Naturaleza y Desarrollo*, 4(2): 13–16.
- Noss, R. F., 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4(4): 355–364.
- Ortiz, M. A., Hernández, J. R. & Figueroa, J. M., 2004. Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico. En: *Biodiversidad de Oaxaca*: 43–54 (A. J. García–Mendoza, M. J. Ordóñez & M. Briones–Salas, Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund, México, D.F.
- Owen, J. G., 1989. Patterns of herpetofaunal species richness: Relation to temperature, precipitation, and variance in elevation. *Journal of Biogeography*, 16(2): 141–150.
- Para–Olea, G., Flores–Villela, O. & Mendoza–Almeralla, C., 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: S460–S466.
- Peterson, A.T., Márquez, L.C., Jiménez, J. L. C., Escalona–Segura, G., Flores–Villela, O., García–López, J., Hernández–Baños, B., Ruiz, C.A.J., León–Paniagua, L., Amaro, S.M., Navarro–Sigüenza, A.G., Sánchez–Cordero, V. & Willard, D. E., 2004. A preliminary biological survey of Cerro Piedra Larga, Oaxaca, Mexico: birds, mammals, reptiles, amphibians and plants. *Anales del Instituto de Biología Serie Zoología*, 75(2): 439–466.
- PRIMER–E, 2001. *Primer 5 for Windows version 5.2.2* [en línea]: PRIMER–E Ltd. <http://www.primer-e.com/primer5_updates.htm> [consulta: 15 julio 2015]
- Quian, H., 2010. Environment–richness relationships for mammals, birds, reptiles, and amphibians at global and regional scales. *Ecological Research*, 25(3): 629–637.
- Rendón, A., Álvarez, S. T. & Flores–Villela, O., 1998. Herpetofauna de Santiago Jalahui, Oaxaca, México. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*, 75: 17–45.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2010. Norma Oficial Mexicana NOM–059–SEMARNAT–2010, Protección ambiental–especies nativas de México de flora y fauna silvestres–categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio–lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 2454: 1–77
- Smith, H. M. & Taylor, E. H., 1945. An annotated checklist and key of the snakes of Mexico. *United States National Museum Bulletin*, 187: 1–239.
- 1948. An annotated checklist and key to the amphibia of Mexico. *United States National Museum Bulletin*, 194: 1–118.
- 1950. An annotated checklist and key to the reptiles of Mexico exclusive of the snakes. *United States National Museum Bulletin*, 199: 1–254.
- Soberón, J. & Llorente, J., 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7(3): 480–488.
- Torres–Colín, R., 2004. Tipos de vegetación. En: *Biodiversidad de Oaxaca*: 105–117 (A. J. García–Mendoza, M. J. Ordóñez & M. Briones–Salas, Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación

- de la Naturaleza y World Wildlife Fund, México, D.F.
- Trejo, I., 2004. Clima. En: *Biodiversidad de Oaxaca*: 67–85 (A. J. García–Mendoza, M. J. Ordóñez & M. Briones–Salas, Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund, México, D.F.
- Vega–López, A. A. & Álvarez, S. T., 1992. La herpetofauna de los volcanes Popocatepetl e Iztaccihuatl. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 51: 1–28.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & Umaña, A. M., 2006. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Vite–Silva, V. D., Ramírez–Bautista, A. & Hernández–Salinas, U., 2010. Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81(2): 473–485.
- Wilson, L. D., Townsend, J. H. & Johnson, J. D., 2010. *Conservation of the Mesoamerican amphibians and reptiles*. Eagle Mountain, Utah.
- Wilson, D. L., Mata–Silva, V. & Johnson, J. D., 2013. A conservation reassessment of the reptiles of Mexico based on the EVS measure. *Amphibian & Reptile Conservation*, 7(1): 1–47.
- Zacarias–Eslava, Y. & del Castillo, R. F., 2010. Comunidades vegetales templadas de la Sierra Juárez: pisos altitudinales y sus posibles implicaciones ante el cambio climático. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana*, 87: 13–28.

Anexo 1. Lista patrón de los anfibios y reptiles de la sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México. Datos publicados en GBIF:

Annex 1. Checklist of amphibians and reptiles species in the Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, Mexico. Data published through GBIF:

Anexo 2. Presencia de anfibios y reptiles en microhábitats y tipos de vegetación de la sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México. N. Número de organismos registrados en campo: * Taxones determinados con análisis moleculares (G. Köhler, com. pers.); ** Registro visual. Tipo de vegetación: BE. Bosque de encino; BP. Bosque de pino; BEP. Bosque de encino–pino; BPE. Bosque de pino–encino. Microhábitat: A. Arboícola; R. Ripario; T. Terrestre; S. Saxícola. Piso altitudinal: 1. De 1.000 a 1.500 m; 2. De 1.501 a 2.000 m; 3. De 2.001 a 2.500 m; 4. De 2.501 a 3.000 m.

Annex 2. Amphibians and reptiles species in microhabitats and vegetation types in the Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, Mexico. Vegetation type: BE. Oak forest; BP. Pine forest; BEP. Oak–pine forest; BPE. Pine–oak forest. Microhabitat: A. Arboreal; R. Riparian; T. Terrestrial; S. Saxicolous. Altitudinal band: 1. From 1,000 to 1,500 m; 2. From 2,501 to 2,000 m; 3. From 2,001 to 2,500 m; 4. From 2,501 to 3,000 m.

Taxón	N	Piso altitudinal				Tipo de vegetación					Microhábitat			
		1	2	3	4	BP	BE	BPE	BEP	SBC	A	R	T	S
Clase Amphibia														
Orden Anura														
<i>Incilius occidentalis</i>	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
<i>Craugastor mexicanus</i>	9	X		X	X	X		X	X	X	X			X
<i>Craugastor pygmaeus</i>	27			X				X	X		X	X	X	
<i>Eleutherodactylus</i> sp.*	1			X			X				X			
<i>Exerodonta</i> sp.*	1			X					X			X		
<i>Hyla euphorbiacea</i>	18			X		X	X		X		X	X		
<i>Hyla</i> sp. *	1								X					X
Subtotal	75	2	1	6	2	3	3	3	6	2	4	4	4	0
Orden Caudata														
<i>Pseudoeurycea anitae</i>	5		X	X	X				X					X
<i>Pseudoeurycea mixteca</i>	1				X	X						X		
Subtotal	6	0	1	1	2	1	0	1	0	0	0	1	1	0
Subtotal anfibios	81	2	2	7	4	4	3	4	6	2	4	5	5	0

Anexo 2. (Cont.)

Taxón	N	Piso altitudinal				Tipo de vegetación					Microhábitat			
		1	2	3	4	BP	BE	BPE	BEP	SBC	A	R	T	S
Clase Reptilia														
Orden Squamata														
Suborden Sauria														
<i>Abronia mixteca</i>	7			X	X	X		X	X		X		X	
<i>Barisia imbricata</i>	1			X		X							X	
<i>Gerrhonotus liocephalus</i>	1			X				X					X	
<i>Mesaspis gadovii</i>	53			X	X	X		X	X				X	
<i>Norops quercorum</i>	41		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
<i>Marisora brachypoda</i>	3			X	X	X		X					X	
<i>Phrynosoma braconnieri</i>	1		X						X				X	
<i>Sceloporus formosus</i>	25			X	X	X	X	X	X		X		X	X
<i>Sceloporus grammicus</i>	27		X	X	X	X	X	X	X		X		X	
<i>Sceloporus horridus</i>	2				X			X					X	
<i>Sceloporus omiltemanus</i>	7			X	X	X	X	X	X				X	X
<i>Sceloporus siniferus</i>	7		X	X	X		X	X		X		X	X	
<i>Sceloporus aureolus</i>	13		X	X	X	X	X	X	X				X	X
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	1		X				X						X	
<i>Plestiodon brevirostris</i>	2			X	X				X				X	
<i>Aspidoscelis</i> sp.**	1		X				X						X	
<i>Holcosus undulates</i>	1		X				X						X	
Subtotal saurios	193	0	8	12	11	9	9	11	9	1	4	2	17	3

Anexo 2. (Cont.)

Taxón	N	Piso altitudinal				Tipo de vegetación					Microhábitat			
		1	2	3	4	BP	BE	BPE	BEP	SBC	A	R	T	S
Suborden Serpentes														
<i>Lampropeltis polizona</i>	1		X				X							X
<i>Conopsis megalodon</i>	3			X	X	X		X	X					X
<i>Tantilla rubra</i>	1			X					X					X
<i>Geophis dubius</i>	1				X			X						X
<i>Rhadinaea fulvivittis</i>	2			X	X			X	X					X
<i>Micrurus browni</i>	2				X		X		X					X
<i>Storeria storerioides</i>	3			X	X			X	X					X
<i>Thamnophis chrysocephalus</i>	8			X	X	X		X	X			X		X
<i>Thamnophis godmani</i>	1			X				X						X
<i>Crotalus intermedius</i>	3			X				X	X			X		X
Subtotal serpientes	25	0	1	7	6	2	2	7	7	0	0	2	10	0
Subtotal reptiles	218	0	9	19	17	11	11	18	16	1	4	4	27	3
Total	299	2	11	26	21	15	14	22	22	3	8	9	32	3

Anexo 3. Anfibios y reptiles amenazados y endémicos de la sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México: *Endémica de México; **Endémica de Oaxaca. NOM–059: A. Amenazada; Pr. Sujeta a protección especial. IUCN: V. Vulnerable; NT. Casi amenazada; CE. En peligro crítico. VV. Valor de vulnerabilidad ambiental (tomado de Wilson et al., 2013): M. Mediana; H. Alta; L. Baja.

Annex 3. Threatened and endemic amphibian and reptile species from the Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, Mexico: *Endemic to Mexico. **Endemic to Oaxaca. NOM–059: A. Threatened; Pr. Under special protection. IUCN: V. Vulnerable; NT. Near threatened; CE. Critically endangered. VV. Environmental vulnerability value (from Wilson et al., 2013): M. Medium; H. High; B. Low.

Especie	Nombre común	NOM–059 IUCN VV	
<i>Incilius occidentalis</i>	Sapo de los pinos	LC	M
<i>Craugastor mexicanus</i> *	Rana ladadora danzante	Pr	LC H
<i>Craugastor pygmaeus</i>	Rana ladrona pigmea	V	L
<i>Hyla euphorbiacea</i> *	Rana de árbol	NT	M
<i>Pseudoeurycea anitae</i> **	Tlaconete de Anita	A	CE H
<i>Pseudoeurycea mixteca</i>	Salamandra mixteca	LC	H
<i>Abronia mixteca</i> *	Lagarto alicante mixteco	A	V H
<i>Barisia imbricata</i> *	Lagarto alicante del Popocatepetl	Pr	LC H
<i>Gerrhonotus liocephalus</i>	Lagarto escorpión texano	Pr	LC L
<i>Mesaspis gadovii</i> *	Lagarto escorpión de Gadov	Pr	LC H
<i>Norops quercorum</i>	Abaniquillo de encino de Oaxaca	LC	H
<i>Marisora brachypoda</i>	Mabuya	LC	L
<i>Phrynosoma braconieri</i> *	Camaleón de cola corta	Pr	LC H
<i>Sceloporus formosus</i>	Lagartija espinosa	LC	H
<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa de mezquite	Pr	LC L
<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija espinosa	LC	M
<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija espinosa de cola larga	LC	M
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de árbol	LC	M
<i>Plestiodon brevirostris</i>	Eslizón chato	LC	M
<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoíris	LC	L
<i>Lampropeltis polizona</i> *	Serpiente coralillo centroamericana	Pr	M
<i>Conopsis megalodon</i>	Culebra terrestre oaxaqueña	LC	H
<i>Tantilla rubra</i>	Culebra ciempiés veracruzana	Pr	LC L
<i>Geophis dubius</i> *	Culebra minera de la Mesa del Sur	Pr	LC M
<i>Rhadinaea fulvivittis</i> *	Hojarasquera rayada parda	V	M
<i>Micrurus browni</i>	Serpiente coralillo de Brown	Pr	LC M
<i>Storeria storerioides</i>	Culebra parda mexicana	LC	M
<i>Thamnophis chrysocephalus</i> *	Culebra listonada de cabeza dorada	A	LC H
<i>Thamnophis godmani</i> *	Culebra listonada de Godman	A	LC H
<i>Crotalus intermedius</i> *	Víbora de cascabel	A	LC H