

Artículo científico
(Original paper)**HERPETOFAUNA DE LA ESTACIÓN FORESTAL EXPERIMENTAL ZOQUIAPAN (EFEZ),
MÉXICO: ANÁLISIS DE SU DIVERSIDAD EN TRES HÁBITATS DISTINTOS****HERPETOFAUNA OF THE ESTACIÓN FORESTAL EXPERIMENTAL ZOQUIAPAN (EFEZ),
MEXICO: ANALYSIS OF ITS DIVERSITY IN THREE DIFFERENT HABITATS****CLAUDIA Y. PÉREZ-ROBLERO¹, RUBÉN SÁNCHEZ-TREJO^{2*}, PABLO CORCUERA³, J. ALEJANDRO
ZAVALA-HURTADO³, ROCÍO ZÁRATE-HERNÁNDEZ³**¹Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, CP 09340, Ciudad de México, México. <yaniris24_6@hotmail.com>²Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco (UAM-X). Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Coyoacán, CP 04960, Ciudad de México, México. <ruben.st@yahoo.com>³Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, CP 09340, Ciudad de México, México. <pcmr@xanum.uam.mx>; <jazh@xanum.uam.mx>; <mrzh@xanum.uam.mx>

*Autor de correspondencia: <ruben.st@yahoo.com>

Recibido: 17/10/2018; aceptado: 30/08/2019; publicado en línea: 24/09/2019

Editor responsable: Rogelio Cedeño Vázquez

Pérez-Roblero, C. Y., Sánchez-Trejo, R., Corcuera, P., Zavala-Hurtado, J. A., Zárate-Hernández, R.
(2019) Herpetofauna de la Estación Forestal Experimental Zoquiapan (EFEZ), México: Análisis de su diversidad en tres hábitats distintos. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 35, 1–19. <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3502099>

RESUMEN. Se analizaron los patrones de diversidad de anfibios y reptiles en tres hábitats distintos de un ambiente templado: Pino, Pino-Aile y Pino-Oyamel de la Estación Forestal Experimental Zoquiapan (EFEZ), en el área natural protegida Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl-Zoquiapan. Se realizaron muestreos sistemáticos de la herpetofauna en transectos en banda de 1,000 m de largo por 10 m de ancho, de 2015 (mayo-julio y septiembre-noviembre) a 2016 (enero-marzo). Se registró un total de 4,762 individuos correspondientes a siete familias, diez géneros y 15 especies (cinco anfibios y diez reptiles). Las familias con más especies y abundancia fueron Phrynosomatidae y Pletodontidae. La riqueza de especies fue mayor (15 especies) en el hábitat Pino-Aile, mientras que la abundancia fue significativamente más alta ($\bar{X} = 70.18$ ind./ha) en el hábitat Pino. El hábitat Pino-Oyamel presentó la menor riqueza (13 especies) y abundancia ($\bar{X} = 36.66$ ind./ha). La mayor diversidad (${}^1D = 5.16$) se registró en Pino-Aile, seguido por Pino-Oyamel (${}^1D = 4.01$) y Pino (${}^1D = 3.84$). La distribución de abundancias de las especies se ajustó a la serie logarítmica de Fisher. Las especies más comunes en los tres hábitats fueron *Sceloporus grammicus* y *Pseudoeurycea leprosa*, mientras que todas las serpientes se consideraron especies raras. El 86.7% de las especies son endémicas a México, de las cuales 69.2% son endémicas a la Faja Volcánica Transmexicana. El 33.3% de las especies están amenazadas y el 26.7% sujetas a protección especial en la NOM-059-2010. Cuatro de ellas están categorizadas por la IUCN, de las cuales 6.7% está en peligro, 13.3% es vulnerable y 6.7% está casi amenazada. En términos de la relación especies-área, la riqueza de especies de anfibios y reptiles, y la presencia de endemismos en la EFEZ son altas. Este estudio contribuye a un conocimiento sobre la riqueza, abundancia, distribución y diversidad de anfibios y reptiles de los hábitats templados de la



estación, que sentará precedentes para el desarrollo de estrategias futuras de conservación de la biodiversidad y en particular de la herpetofauna.

Palabras clave: Riqueza; abundancia; diversidad; endemismo; conservación; anfibios; reptiles; hábitats

Pérez-Roblero, C. Y., Sánchez-Trejo, R., Corcuera, P., Zavala-Hurtado, J. A., Zárate-Hernández, R. (2019) Herpetofauna of the Estación Forestal Experimental Zoquiapan (EFEZ), Mexico: Analysis of its diversity in three different habitats. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 35, 1–19. <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3502099>

ABSTRACT. We analyzed the diversity patterns of amphibians and reptiles in three different habitats of a temperate environment: Pine, Pine-Alder and Pine-Fir of the Estación Forestal Experimental Zoquiapan (EFEZ), in the protected natural area Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl-Zoquiapan. Systematic samplings of the herpetofauna were carried out in belt transects of 1,000 m long and 10 m wide, from 2015 (May-July and September-November) to 2016 (January-March). A total of 4,762 individuals were recorded corresponding to seven families, ten genera and 15 species (five amphibians and ten reptiles). The families with more species and abundance were Phrynosomatidae and Pletodontidae. Species richness was greater (15 species) in the Pine-Alder habitat, whereas abundance was significantly higher ($\bar{X} = 70.18$ ind./ha) in the Pine habitat. The Pine-Fir habitat exhibited the lowest richness (13 species) and abundance ($\bar{X} = 36.66$ ind./ha). The highest diversity (${}^1D = 5.16$) was recorded in Pine-Alder, followed by Pine-Fir (${}^1D = 4.01$) and Pine (${}^1D = 3.84$). Species' abundance distribution fitted the Fisher logarithmic series. The most common species in all three habitats were *Sceloporus grammicus* and *Pseudoeurycea leprosa*, while all snakes were considered rare species. The 86.7% of the species are endemic to Mexico, of which the 69.2% are endemic to the Trans-Mexican Volcanic Belt. The 33.3% of the species are threatened and 26.7% are under special protection in the NOM-059-2010. Four of these are categorized by the IUCN, of which the 6.7% is endangered, 13.3% is vulnerable and 6.7% is near threatened. In terms of the species-area relationship, amphibians and reptiles' species richness, as well as the occurrence of endemism in the EFEZ are high. This study contributes to the knowledge on the richness, abundance, distribution and diversity of amphibians and reptiles of the temperate habitats of the station, which would lay the basis to the development of strategies for the conservation of herpetofauna biodiversity.

Key words: Richness; abundance; diversity; endemism; conservation; amphibians; reptiles; habitats.

INTRODUCCIÓN

México posee una alta riqueza florística y faunística que le confieren el título de país megadiverso (Flores-Villela & Canseco-Márquez, 2004; Ochoa-Ochoa & Flores-Villela, 2006). Su territorio representa el 1.4% de la superficie de la tierra, y alberga entre el 10 y 12% de la biodiversidad del planeta (Sarukhán *et al.*, 2009; Wilson & Johnson, 2010). En cuanto a su herpetofauna, esta comprende 1,292 especies (394 anfibios y 898 reptiles), es decir, el 9.8% de las especies del mundo y el 64% de las especies de Mesoamérica, de las cuales, el 68.3% de los anfibios (269 especies) y el 58.4% de los reptiles (524 especies) son endémicos a México (Ochoa-Ochoa & Flores-Villela, 2006; Wilson & Townsend, 2010; Johnson *et al.*, 2017; Wilson *et al.*, 2017). Esta diversidad es producto de la variada topografía y de la diversidad de climas que presenta el país, además de su intrincada historia geológica y de su posición geográfica entre las regiones Neártica y Neotropical (Flores-Villela & Canseco-Márquez, 2004; Espinosa-Organista *et al.*, 2008). La herpetofauna mexicana se distribuye en diferentes regiones fisiográficas de México, como la Faja Volcánica Transmexicana (FVT), la cual se caracteriza por su alta riqueza y endemidad de especies (Johnson *et al.*, 2017; Woolrich-Piña *et al.*, 2017). Esta región ha sido objeto de diversos estudios que analizan la riqueza y diversidad de anfibios y reptiles tanto en ambientes templados como tropicales (p.e. Vite-Silva *et al.*, 2010;



Medina-Aguilar *et al.*, 2011; Ramírez-Bautista *et al.*, 2014; Chávez-Ávila *et al.*, 2015; Cruz-Elizalde *et al.*, 2016; Díaz de la Vega-Pérez *et al.*, 2016; Cruz-Elizalde *et al.*, 2018), los cuales destacan su importancia herpetofaunística.

A pesar de que el conocimiento sobre anfibios y reptiles de México ha avanzado en los últimos años, aún existen varias áreas del país con poca información acerca de su riqueza específica y diversidad. Tal es el caso del área natural protegida Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl-Zoquiapan (PNIPZ) del cual, a pesar de su importancia, solo se cuenta con inventarios parciales (ver Lemos-Espinal & Amaya-Eliás, 1985; Vega-López & Álvarez-Solórzano, 1992; Uribe-Peña *et al.*, 1999; Ramírez-Bautista *et al.*, 2009; Woolrich-Piña *et al.*, 2017; Cruz-Elizalde *et al.*, 2018).

Dentro del PNIPZ se encuentra la Estación Forestal Experimental Zoquiapan (EFEZ), un área dedicada a la enseñanza, investigación, protección, conservación, difusión y manejo sustentable de los recursos naturales. La mayor parte de los estudios efectuados en la estación han sido orientados a la ecología de poblaciones y reproducción tanto de anfibios como de lacertilios (p.e. Eliosa-León, 1990; Cuéllar *et al.*, 1996; Andrews *et al.*, 1997; Andrews *et al.*, 1999; Hernández-Gallegos *et al.*, 2002; Rodríguez-Romero *et al.*, 2002; Zúñiga-Vega *et al.*, 2008; Bastiaans, 2013). Sin embargo, hay pocos estudios enfocados a ecología de comunidades (ver Maass *et al.*, 1981; Pérez-Roblero, 2014), los cuales no representan cuantitativamente la diversidad de anfibios y reptiles de la EFEZ y de sus hábitats. Esto hace evidente la necesidad de desarrollar estudios que proporcionen información actualizada y confiable sobre las comunidades herpetofaunísticas.

Este trabajo tuvo por objetivo analizar la composición, riqueza, abundancia y diversidad de las comunidades de anfibios y reptiles en los principales hábitats templados (Pino, Pino-Aile y Pino-Oyamel) que se encuentran en la EFEZ. Adicionalmente, se proporciona información sobre el estatus de distribución y conservación de las especies presentes en el área de estudio. Se espera que los resultados de este trabajo permitan el planteamiento de estudios en ecología, que den la pauta para el desarrollo de iniciativas futuras de manejo y conservación de este grupo de vertebrados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La Estación Forestal Experimental Zoquiapan (EFEZ) (19° 12' 30" y 19° 20' 00" N, 98° 30' 00" y 98° 42' 30" O), con una superficie de 1,636 ha, presenta elevaciones que van de los 3,080 a 3,690 msnm. Se ubica en los límites del Estado de México y Puebla, en la porción norte del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl-Zoquiapan (PNIPZ) (Fig. 1). Forma parte del sistema orográfico de la Sierra Nevada, región centro-oriental de la FVT (Maass *et al.*, 1981; CONABIO, 2011). Su clima es templado subhúmedo tipo C (w2'') (w) (b') ig, con un régimen de lluvias en verano e inviernos secos. La temperatura media anual es de 7.4°C, la máxima se presenta en junio y la mínima entre noviembre y enero. La precipitación media anual es de 964.1 mm, la máxima ocurre en junio y la mínima en marzo (Mendoza, 1977).

La vegetación está conformada por comunidades de *Pinus* (*Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis* y *P. teocote*), *Abies* (*Abies religiosa*), *Alnus* (*Alnus firmifolia* y *A. jorullensis*) y *Quercus* (*Quercus laurina*, *Q. rugosa*, *Q. peduncularis* y *Q. crassipes*), así como por sotobosque compuesto por varias especies de pasto tipo zacatal, de los géneros *Festuca*, *Muhlenbergia* y *Agrostis* (Rzedowski, 2006).

Previo al trabajo de campo se seleccionaron tres hábitats con diferentes características de vegetación y pendientes, con base a la propuesta de Zavala (1984), quien caracterizó la comunidad vegetal de la EFEZ. Los hábitats seleccionados fueron: a) Pino, conformado por bosque de *P. hartwegii*, con terrenos casi planos

o poca pendiente, b) Pino-Aile, conformado por bosque de *P. hartwegii*-*A. firmifolia*, con pendientes de 10 a 30%, c) Pino-Oyamel, conformado por bosque de *P. hartwegii*-*A. religiosa* y pendientes de 30 a 50%. Cabe señalar, que estos tres tipos de asociaciones vegetales son las más representativas dentro de la EFEZ.

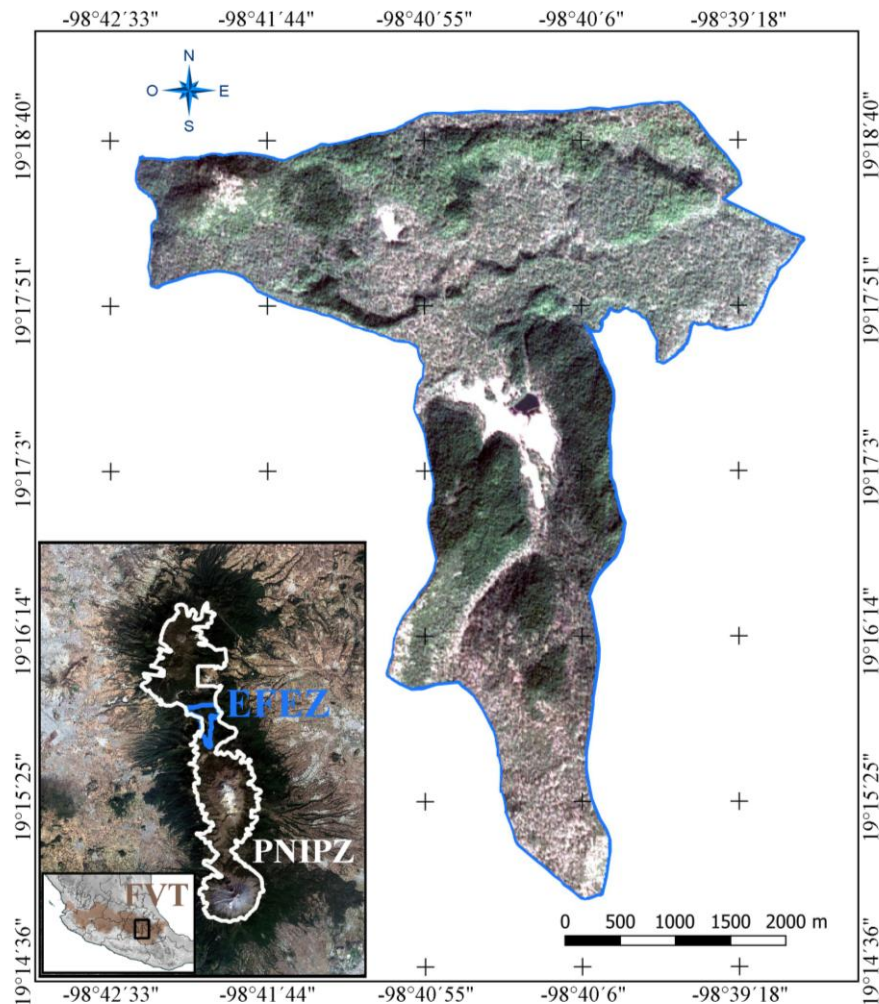


Figura 1. Ubicación de la Estación Forestal Experimental Zoquiapan, México (mapa desarrollado por el Biól. Gilberto Hernández Cárdenas).

Muestreo de anfibios y reptiles. El trabajo de campo se llevó a cabo en tres periodos, en los meses de mayo-julio y septiembre-noviembre de 2015, y de enero-marzo de 2016. Durante cada periodo se realizaron tres salidas a cada uno de los hábitats mencionados previamente, con una duración de tres días cada una. El esfuerzo de muestreo fue de 9 h/persona por hábitat y sesión de muestreo, resultando en 243 h/persona por hábitat al final del estudio. El método de muestreo para cada uno de los hábitats consistió en recorridos sistemáticos a lo largo de transectos en banda de 1,000 m de largo por 10 m de ancho (Brower *et al.*, 1997; p. 87; Gallina & López, 2011; p. 44), en un horario de 10:00 a 19:00 horas. Los organismos se observaron y capturaron mediante encuentros visuales y búsquedas activas en todos los microhábitats disponibles como son rocas, troncos, tocones, cortezas, árboles, arbustos, hierbas, hojarasca, suelo, oquedades y cuerpos de agua (charcas y arroyos) (Casas-Andreu *et al.*, 1991; p. 26).



La captura de los anfibios y reptiles se efectuó mediante técnicas convencionales propuestas por Casas-Andreu *et al.* (1991). Los anfibios se capturaron directamente con la mano; las lagartijas con ayuda de ligas herpetológicas para inmovilizarlas, lazadas y con la mano; las serpientes no venenosas fueron capturadas directamente con la mano y las venenosas con la ayuda de ganchos, guantes y tubos herpetológicos. Cada individuo capturado u observado en campo fue identificado *in situ* a nivel de especie utilizando las claves taxonómicas y descripciones de Vega-López y Álvarez-Solórzano (1992), Flores-Villela *et al.* (1995), Uribe-Peña *et al.* (1999) y Ramírez-Bautista *et al.* (2009). Posteriormente fueron liberados en el mismo lugar de su captura.

Análisis de datos. Se generaron curvas de acumulación de especies para cada uno de los hábitats y para la EFEZ (Colwell *et al.*, 2004). Para estimar el número de especies esperadas se utilizaron los estimadores no paramétricos *ACE* y *Chao 1*, debido a que éstos se basan en la abundancia de cada especie a partir de una muestra representativa (Halffter *et al.*, 2001). Se utilizó como unidad de esfuerzo el número de días de muestreo y las curvas se construyeron con 100 aleatorizaciones, para ello se usó el programa EstimateS, versión 8.2 (Colwell, 2006).

Los datos de riqueza y abundancia cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, por lo que se usó un ANDEVA para determinar si existían diferencias entre los distintos hábitats en cuanto a su riqueza y abundancia. Posteriormente, se realizó una prueba de Tukey-Kramer para identificar cuáles de estos hábitats fueron diferentes entre sí, utilizando para ello el programa NCSS, versión 11.0.12 (NCSS 11 Statistical Software, 2016).

La diversidad de anfibios y reptiles se calculó para cada hábitat mediante el exponencial del índice Shannon, como medida de diversidad de primer orden (Jost, 2006, 2007), en el cual todas las especies son consideradas en el valor de diversidad, ponderadas proporcionalmente según su abundancia en la comunidad (Hill, 1973; Jost, 2006; Tuomisto, 2010a, b; Moreno *et al.*, 2011). La ecuación se representa ${}^1D = \exp(H')$, donde 1D es la diversidad verdadera de orden 1, y $\exp(H')$ es el exponencial del índice de entropía de Shannon. Esta medida de diversidad se calculó empleando el programa PAST, versión 3.23 (Hammer *et al.*, 2001).

La distribución observada de la abundancia de anfibios y reptiles se comparó con distintos modelos teóricos de distribución de abundancias de las especies (Serie geométrica, Serie logarítmica, Normal logarítmica y Vara quebrada) (Magurran & McGill, 2011) con una prueba de bondad de ajuste de χ^2 , utilizando para ello el programa PAST, versión 3.23 (Hammer *et al.*, 2001).

Para comparar gráficamente la composición, abundancia y dominancia de las especies entre los hábitats, se elaboraron curvas de rango-abundancia o de Whittaker, usando el logaritmo de la abundancia relativa de cada especie registrada (Feinsinger, 2003).

Con la información obtenida de los registros en campo se elaboró una lista de las especies y se determinó su estatus de distribución y conservación. El estatus de distribución de las especies se consideró a partir de su endemidad: endémica o no a México, y a la FVT, de acuerdo con Johnson *et al.* (2017) y Woolrich-Piña *et al.* (2017). El estatus de conservación de las especies se determinó con base en la NOM-059-2010 (SEMARNAT, 2018) y la lista roja de la IUCN (2018).

RESULTADOS

Con un total de 4,762 individuos, la herpetofauna de la EFEZ está integrada por tres órdenes, siete familias, diez géneros y 15 especies (cinco anfibios y diez reptiles) (Cuadro 1). Para los anfibios, la familia Plethodontidae fue la de mayor riqueza con tres especies (60%). En los reptiles, las lagartijas de la familia

Phrynosomatidae (cuatro especies; 40%) y las culebras de la familia Natricidae (tres especies; 30%) fueron los reptiles mejor representados (Cuadro 2).

Los estimadores no paramétricos *ACE* y *Chao 1* predijeron un total de 16 especies, con un 100% de la completitud del inventario. Por hábitat, en Pino se registraron 14 especies de las 16 y 15 especies estimadas por *ACE* y *Chao 1*, con una completitud del inventario del 88% y 93%, respectivamente. En Pino-Aile se encontraron 15 especies de las 16 esperadas por *ACE*, lo que indica que falta por registrar solo el 6% para completar el inventario. Mientras que en Pino-Oyamel el 100% de las especies de anfibios y reptiles fueron colectados (13 especies) (Fig. 2).

Cuadro 1. Herpetofauna de la Estación Forestal Experimental Zoquiapan, México.

Clase	Orden	Suborden	Familias	Géneros	Especies
Amphibia	Anura		1	1	2
	Caudata		1	3	3
Reptilia	Squamata	Lacertilia	3	3	6
		Serpentes	2	3	4
Total			7	10	15

El hábitat con mayor cantidad de especies fue Pino-Aile con 15, seguido por Pino y Pino-Oyamel con 14 y 13 especies, respectivamente. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los hábitats ($F = 2.34$; g.l. = 2; $P = 0.10$). En cuanto a la abundancia, los hábitats Pino ($\bar{X} = 70.18$ ind./ha) y Pino-Aile ($\bar{X} = 66.69$ ind./ha) fueron más abundantes que Pino-Oyamel ($\bar{X} = 36.66$ ind./ha). Asimismo, el ANDEVA indicó diferencias significativas entre los tres hábitats ($F = 11.50$; g.l. = 2; $P < 0.001$), siendo Pino y Pino-Aile más abundantes que Pino-Oyamel (Tukey-Kramer's $P < 0.001$), aunque los dos primeros no difirieron entre sí (Tukey-Kramer's $P = 0.89$).

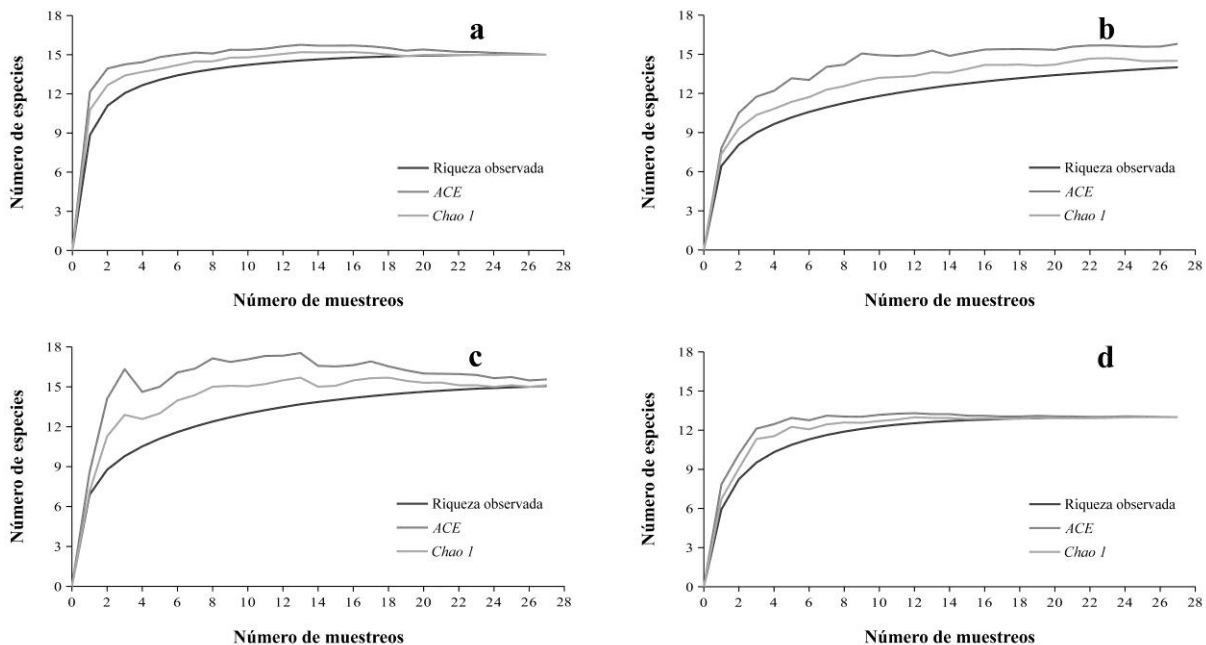


Figura 2. Curvas de acumulación de especies de anfibios y reptiles para la EFEZ y por hábitat: a) Total, b) Pino, c) Pino-Aile, d) Pino-Oyamel. Riqueza observada y estimada (*ACE* y *Chao 1*) de la Estación Forestal Experimental Zoquiapan, México.



Cuadro 2. Lista de especies de anfibios y reptiles registradas en la Estación Forestal Experimental Zoquiapan, México. Hábitat: P = Pino, PA = Pino-Aile, PO = Pino-Oyamel. Endemicidad: EM = Endémica a México, EFVT = Endémica a la Faja Volcánica Transmexicana, NE = No Endémica a México. Categorías de conservación. NOM-059-2010 (SEMARNAT, 2018): A = Amenazada, Pr = Sujeta a Protección especial, NE = No enlistada. Lista roja de la IUCN (2018): EN = En peligro, VU = Vulnerable, NT = Casi amenazada, LC = De preocupación menor. El acrónimo (letra) hace referencia a cada especie en la figura 4.

Nombre científico	Tipos de hábitat			Endemicidad	Categorías de conservación		Acrónimo
	P	PA	PO		NOM-059	IUCN	
Clase Amphibia							
Orden Anura							
Familia Hylidae							
<i>Dryophytes eximius</i> Baird, 1854	X	X	X	EM	NE	LC	A
<i>Dryophytes plicatus</i> Brocchi, 1877	X	X	X	EFVT	A	LC	B
Orden Caudata							
Familia Plethodontidae							
<i>Aquiloerycea cephalica</i> (Cope, 1865)	X	X	X	EFVT	A	NT	C
<i>Chiropterotriton orculus</i> (Cope, 1865)		X		EFVT	Pr	VU	D
<i>Pseudoeurycea leprosa</i> (Cope, 1869)	X	X	X	EFVT	A	VU	E
Clase Reptilia							
Orden Squamata							
Suborden Lacertilia							
Familia Anguidae							
<i>Barisia imbricata</i> (Wiegmann, 1928)	X	X	X	EM	Pr	LC	F
Familia Phrynosomatidae							
<i>Sceloporus aeneus</i> Wiegmann, 1828	X	X	X	EFVT	NE	LC	G
<i>Sceloporus bicanthalis</i> Smith, 1937	X	X	X	EFVT	NE	LC	H
<i>Sceloporus grammicus</i> Wiegmann, 1828	X	X	X	NE	Pr	LC	I
<i>Sceloporus mucronatus</i> Cope, 1885	X	X	X	EFVT	NE	LC	J
Familia Scincidae							
<i>Plestiodon copei</i> (Taylor, 1933)	X	X	X	EFVT	Pr	LC	K
Suborden Serpentes							
Familia Natricidae							
<i>Storeria storerioides</i> (Cope, 1865)	X	X	X	EM	NE	LC	L
<i>Thamnophis eques</i> (Reuss, 1834)	X	X		NE	A	LC	M
<i>Thamnophis melanogaster</i> (Peters, 1864)	X	X	X	EM	A	EN	N
Familia Viperidae							
<i>Crotalus triseriatus</i> (Wagler, 1830)	X	X	X	EFVT	NE	LC	Ñ

De acuerdo con los valores de diversidad verdadera de Shannon, el hábitat Pino-Aile presentó el mayor valor con ${}^1D = 5.16$ que, a su vez, presentó el mayor número de especies, seguido por Pino-Oyamel con ${}^1D = 4.01$, y por último Pino, con ${}^1D = 3.84$. Esto significa, que Pino-Aile es 1.29 (22.3%) veces más diverso que Pino-Oyamel y 1.34 (25.6%) veces más que Pino. Mientras que Pino-Oyamel tiene 1.04 (4.2%) veces mayor diversidad que Pino.

La distribución de abundancias de las especies se ajustó al modelo de la serie logarítmica de Fisher (pocas especies abundantes y muchas especies raras) (McGill, 2011) con $\alpha = 5.61$ y $x = 0.93$ (Fig. 3). La diferencia entre la distribución esperada y la observada no fue significativa ($\chi^2 = 12.52$; g.l. = 15; $P = 0.08$). Las curvas de rango-abundancia mostraron que la composición y distribución de abundancias de las especies entre hábitats fueron muy similares, una especie muy abundante y muchas especies raras (Fig. 4). La lagartija *Sceloporus grammicus* (I) fue la especie dominante en los tres hábitats. Las especies que presentaron mayor abundancia por debajo de *S. grammicus*, difirieron entre los hábitats. En el caso de Pino

fueron las lagartijas *Sceloporus bicanthalis* (H) y *Sceloporus mucronatus* (J), y la salamandra *Pseudoeurycea leprosa* (E), aunque la distribución de abundancias de las especies fue la menos equitativa. En Pino-Aile fueron la salamandra *P. leprosa* (E) y las lagartijas *Sceloporus aeneus* (G) y *S. mucronatus* (J). En Pino-Oyamel fueron la lagartija *Barisia imbricata* (F), la salamandra *P. leprosa* (E), y la lagartija *S. bicanthalis* (H). En el grupo de las serpientes todas fueron especies raras debido a su baja representatividad en los tres hábitats.

De las 15 especies registradas, 13 son endémicas a México y nueve a la FVT. Un total de nueve especies se encuentran en alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-2010 (SEMARNAT, 2018), cinco como amenazadas y cuatro sujetas a protección especial, mientras que en la lista roja de la IUCN (2018) 11 especies se consideran en preocupación menor, dos vulnerables, una casi amenazada y una en peligro (Cuadro 2).

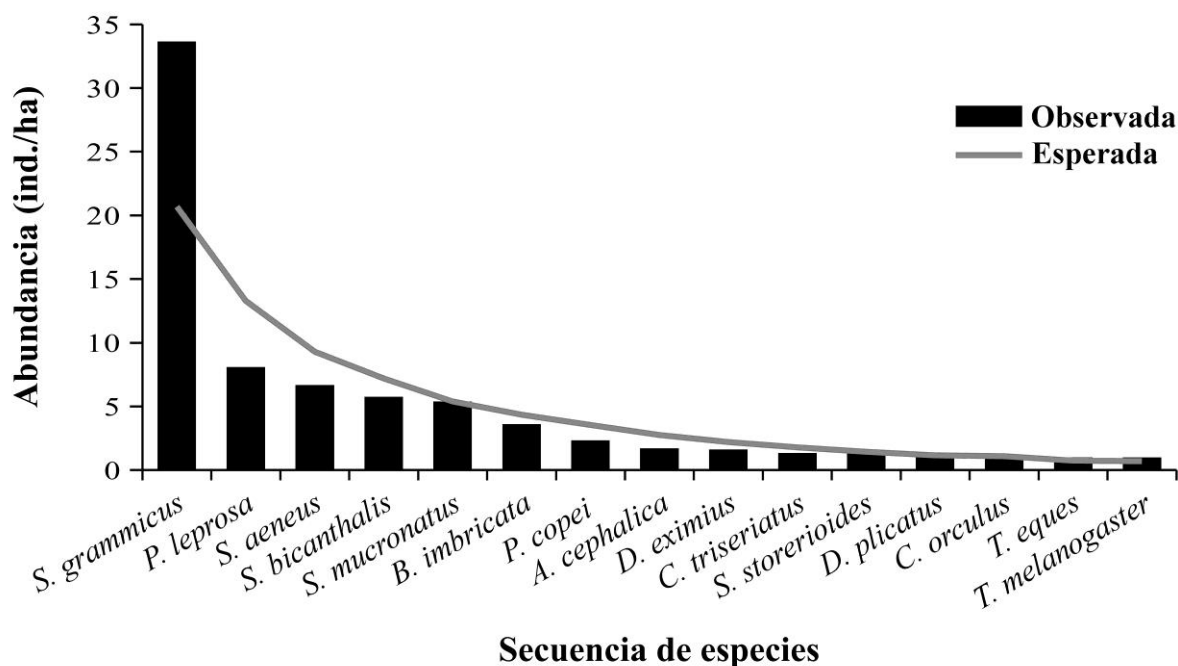


Figura 3. Distribución de abundancias de las especies de anfibios y reptiles de la Estación Forestal Experimental Zoquiapan, México.

DISCUSIÓN

La EFEZ representa el 4.1% de la superficie del PNIPZ y tiene una riqueza que concentra el 27.8% del total de especies registradas para el parque. Adicionalmente, ocupa solo el 0.22% de la superficie del Valle de México e incluye el 21.7% de su herpetofauna. Respecto al número de especies registradas en otros parques nacionales del centro de México, la zona de estudio posee una cifra cercana a La Malinche y El Chico, con 21 y 22 especies respectivamente, los cuales presentan una superficie mayor (Cuadro 3). Por lo que, en términos de la relación especies-área se podría considerar que la riqueza de anfibios y reptiles de la EFEZ es alta. De esta manera, el número de especies obtenido en la zona demuestra la importancia ecológica de esta respecto a la diversidad biológica que alberga la región. Asimismo, denota la necesidad de llevar a cabo estudios acerca de la riqueza y distribución de los anfibios y reptiles que habitan en los bosques templados del PNIPZ.



Cuadro 3. Comparación de la superficie y número de especies de anfibios y reptiles de la Estación Forestal Experimental Zoquiapan (EFEZ), con respecto al Valle de México (VM), Parque Nacional La Malinche (PNM), Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl-Zoquiapan (PNIPZ), Parque Nacional Pico de Orizaba (PNPO), Parque Nacional El Chico (PNCH) y Parque Nacional Cumbres del Ajusco (PNCA). Fuentes: ¹Ramírez-Bautista *et al.* (2009); ²Cruz-Elizalde *et al.* (2016); ³Sánchez (2005); ⁴Uribe-Peña *et al.* (1999); ⁵Woolrich-Piña *et al.* (2017); ⁶Cruz-Elizalde *et al.* (2018); ⁷Granados-Sánchez *et al.* (2004); ⁸Presente estudio.

	Superficie (ha)	Anfibios	Reptiles	Total
VM ^{1,2}	750,000	24	45	69
PNM ^{3,5}	45,711	7	14	21
PNIPZ ^{4,1,5,6}	39,819	18	36	54
PNPO ⁵	19,750	15	37	52
PNCH ⁶	2,739	8	14	22
PNCA ⁷	920	6	13	19
EFEZ⁸	1,627	5	10	15

La riqueza de herpetozoos obtenida se puede atribuir a la ubicación de la zona de estudio. Esta es parte de la cadena montañosa Sierra Nevada, un área importante desde el punto de vista biogeográfico puesto que forma parte de la FVT, un centro importante de endemismos y diversificación (Arriaga *et al.*, 2000; Ramírez-Bautista *et al.*, 2009; Woolrich-Piña *et al.*, 2017). Aunado a ello, los bosques templados de montaña, como los del presente estudio, albergan una alta riqueza de especies (Flores-Villela & Martínez-Salazar, 2009), debido a la combinación de los factores bióticos y abióticos que originan heterogeneidad ambiental y favorecen la presencia de una herpetofauna diversa (Wilson *et al.*, 2010).

Las curvas de acumulación de especies para la EFEZ y para el hábitat Pino-Oyamel, alcanzaron una fase asintótica definida. Esto indica que no se requiere aplicar un mayor esfuerzo de muestreo y que el inventario está completo, registrándose el 100% de las especies estimadas. Por otra parte, en los hábitats Pino y Pino-Aile, las curvas de acumulación presentaron una tendencia asintótica, indicando que el inventario de especies está prácticamente completo, observándose entre 88% y 94% de las especies esperadas, un porcentaje considerado como una buena representatividad del muestreo (Villarreal *et al.*, 2006). Si bien, los resultados demuestran la efectividad de los muestreos, de intensificarse el esfuerzo de muestreo, existe la posibilidad de adicionar al inventario otras especies que se distribuyen en el área, principalmente aquellas con una baja abundancia, como son las serpientes, ya que en tanto más especies raras se tengan reportadas, el número de especies que queden por registrar será mayor (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003). Estas especies podrían ser encontradas particularmente en los hábitats Pino-Aile y Pino, donde las curvas de acumulación de especies generadas no alcanzaron la asíntota. Por ejemplo, se podría adicionar a la lista de especies del presente estudio a *Thamnophis scaliger* (Jan, 1863), una especie poco frecuente reportada en la EFEZ (ver Pérez-Roblero, 2014). No obstante, el presente trabajo constituye un aporte sustancial para la herpetofauna que se distribuye en el PNIPZ.

Los hábitats Pino y Pino-Aile presentaron el mayor número de especies y abundancia de individuos, en particular de lacertilios. Una explicación de ello puede deberse a que estos hábitats han sido sujetos a la tala de árboles (Maass *et al.*, 1981; Zavala, 1984; Cibrián & Cibrián, 2007; Arriola-Padilla *et al.*, 2014). Se ha reportado que la abundancia de la herpetofauna frecuentemente se incrementa en las áreas taladas (Fredericksen & Fredericksen, 2002), debido a que esta práctica genera claros en los bosques por la apertura del dosel, los cuales son ocupados por especies generalistas como los lacertilios, aumentando sus abundancias poblacionales (Vitt *et al.*, 1998) debido al incremento de la temperatura (Pearman, 1997; Fredericksen *et al.*, 2000).

Por el contrario, se ha observado que esta práctica limita el establecimiento y permanencia de especies con requerimientos específicos de hábitat (Aldape-López & Santos-Moreno, 2016). Por ejemplo, se ha demostrado que la abundancia de algunas especies de anfibios decrece en las áreas taladas, debido a

su alta filopatría a sitios húmedos, y en particular, porque no encuentran el ambiente con las condiciones microclimáticas que favorezcan su permanencia (Petranka *et al.*, 1994; Dupuis *et al.*, 1995; Pearman, 1997; Waldick, 1997; Vitt *et al.*, 1998; Fredericksen *et al.*, 2000; Pineda & Halfpeter, 2004). Bajo este escenario, los anfibios pudieron verse restringidos en los hábitats Pino y Pino-Aile, posiblemente por la mayor incidencia directa del sol sobre el suelo, al aumento en la temperatura microambiental y, por ende, al descenso de la humedad, derivadas de la tala (Pearman, 1997; Fredericksen *et al.*, 2000; García-R *et al.*, 2005).

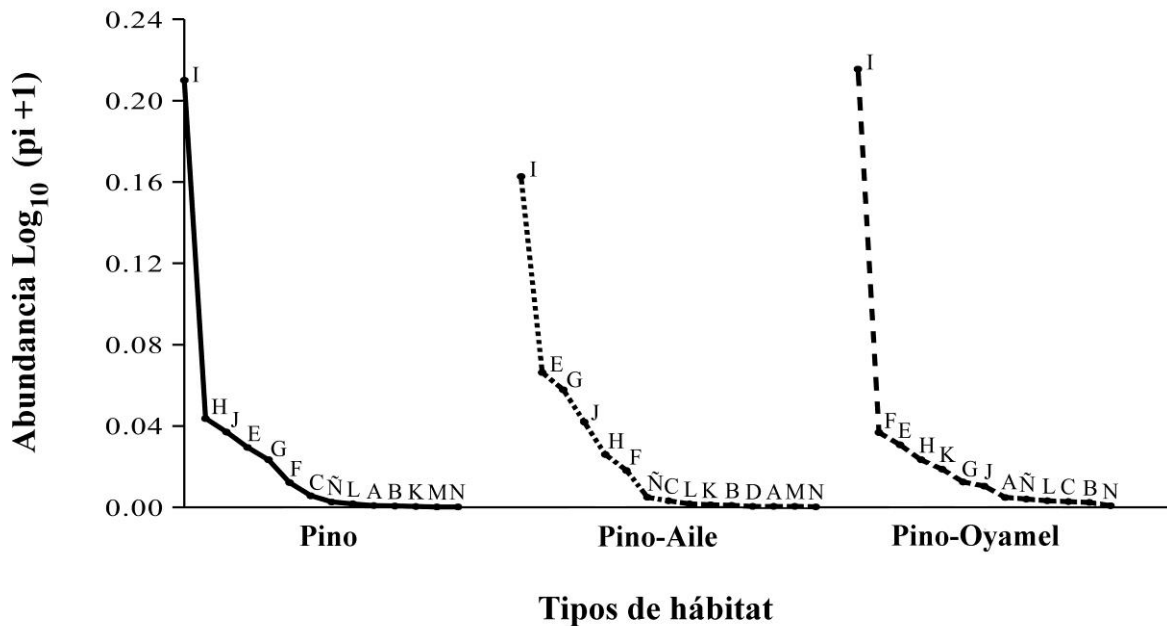


Figura 4. Curvas de rango-abundancia de anfibios y reptiles para cada hábitat (Pino, Pino-Aile y Pino-Oyamel) de la Estación Forestal Experimental Zoquiapan, México. Las letras representan a las especies (ver Cuadro 2).

Otra particularidad de los hábitats Pino y Pino-Aile del presente estudio son sus características topográficas como el relieve accidentado (Zavala, 1984). Este factor, junto con la actividad humana (tala), podría también explicar la preponderancia de lacertilios en estos hábitats. Se ha observado que estos factores proporcionan heterogeneidad ambiental para la herpetofauna, contribuyendo a una mayor variedad de tipos de microhábitats disponibles (Pianka, 1966). Algunos estudios señalan que, si el número de microhábitats es alto, las poblaciones de saurios también serán abundantes, debido a la alta explotación de los mismos (Cruz-Elizalde & Ramírez-Bautista, 2012; Vitt & Caldwell, 2014).

En contraste, el menor número de especies y abundancia de individuos se encontraron en Pino-Oyamel. Esto puede deberse posiblemente a que este hábitat presenta alta humedad y un dosel cerrado (SEMARNAT & CONANP, 2013), lo cual limita la entrada de luz a los estratos más bajos (sotobosque), restringiendo a los reptiles el acceso a la radiación solar, fundamental para realizar sus funciones básicas (Estrella-Morales & Piedra-Castro, 2018). Por el contrario, algunos anfibios como los anuros *Dryophytes eximius* y *D. plicatus* pudieron verse favorecidos en este ambiente, debido a la existencia de cuerpos de agua (charcas y arroyos) (Zavala, 1984), los cuales utilizan y son necesarios para llevar a cabo sus ciclos de vida (Duellman, 2001; Zug *et al.*, 2001; Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).

Por otro lado, el hábitat Pino-Aile presentó el valor más alto de diversidad. En contraste, los hábitats Pino-Oyamel y Pino presentaron valores bajos; sin embargo, Pino-Oyamel mostró un valor de diversidad



más alto que Pino, el cual cuenta con una especie más. Estos resultados se pueden atribuir a las diferencias en el número de individuos entre las especies presentes en cada hábitat, ya que la medida de diversidad verdadera pondera a todas las especies proporcionalmente según su abundancia en la comunidad (Jost, 2006). Para Pino-Aile, además de presentar una mayor cantidad de especies, las abundancias de cada una de estas son más proporcionales, como se observa en las curvas de Whittaker (Fig. 4). Caso contrario en Pino-Oyamel y Pino, donde el número de individuos de una especie es muy alto; no obstante, en Pino, la alta abundancia de *S. grammicus* y la baja equitatividad entre las abundancias de las especies se reflejó en una menor diversidad. Esto sugiere que las condiciones de estos ambientes favorecen en mayor medida a *S. grammicus*, que tiene una amplia capacidad de explotar los recursos (Vite-Silva *et al.*, 2010; Ramírez-Bautista *et al.*, 2014). Este patrón ha sido registrado en otros trabajos realizados en ambientes templados (p.e. Cruz-Elizalde & Ramírez-Bautista, 2012; Acevedo *et al.*, 2016).

La distribución de abundancias de las especies se ajustó al modelo de la serie logarítmica, un patrón que es común en aquellos ambientes en que uno o pocos factores ambientales determinan la abundancia de las especies (May, 1975; Magurran, 1981), como es el caso de la temperatura en regiones templadas (Wolda, 1988; Potts, 2003). Asimismo, se ha encontrado que el ajuste de las abundancias a la serie logarítmica suele observarse en ambientes con un grado de perturbación poco severo (Hill & Hamer, 1998; Aguirre-Calderón *et al.*, 2008). Por lo que el patrón obtenido podría indicar que el área se encuentra alterada. Esto aunado a que se ha encontrado evidencia de problemas de deterioro en la EFEZ, derivadas principalmente de la actividad humana como explotación forestal, apertura de caminos de acceso, pastoreo de ganado vacuno, entre los principales (Maass *et al.*, 1981; Zavala, 1984; Cibrián & Cibrián, 2007; Arriola-Padilla *et al.*, 2014).

Las curvas de rango-abundancia mostraron que las comunidades de anfibios y reptiles de los hábitats están representadas por pocas especies abundantes y muchas especies raras. Para los anfibios, se observó que *P. leprosa* fue la más común en los tres hábitats. Por un lado, esta salamandra es una de las más abundantes y ampliamente distribuidas en los ambientes templados de montaña de la FVT (Vega-López & Álvarez-Solórzano, 1992; Ramírez-Bautista *et al.*, 2009). Y por el otro, esta especie está asociada a zonas con alta humedad, específicamente habita en microhábitats como troncos caídos y cortezas en estado de descomposición que tienen humedad alta y que son comunes en bosques de *Abies* y *Pinus* (Vega-López & Álvarez-Solórzano, 1992; Parra-Olea *et al.*, 1999). Su mayor abundancia en los hábitats de Pino-Aile y Pino podría deberse a que estos son más heterogéneos, producto de sus características topográficas y de la actividad humana, que proporcionan mayor disponibilidad de microhábitats que pueden ser usados por esta especie.

Para los reptiles, la lagartija *S. grammicus* fue la especie más abundante en los tres tipos de hábitat. Esta especie suele encontrarse en una gran variedad de ambientes y es común en asentamientos humanos o en sitios perturbados (Uribe-Peña *et al.*, 1999; Lemos-Espinal & Smith, 2007). Esto se debe a que es generalista y de hábitos oportunistas (Gutiérrez & Sánchez-Trejo, 1990; Leyte-Manrique *et al.*, 2005; Durán, 2012), dado que posee una amplia tolerancia a los cambios ambientales drásticos y mayor capacidad de explotar los recursos disponibles (Vite-Silva *et al.*, 2010; Ramírez-Bautista *et al.*, 2014). La mayor abundancia de esta especie, respecto a otros lacertilios, ha sido documentada en otros estudios de ambientes templados (p.e. Ramírez-Bautista *et al.*, 2010; Cruz-Elizalde & Ramírez-Bautista, 2012).

Por otra parte, las serpientes presentaron una abundancia baja en los tres hábitats, por lo que se consideraron especies raras. Este patrón es consistente con otros trabajos tanto de ambientes templados como tropicales (p.e. Rueda-Solano & Castellanos-Barliza, 2010; Cruz-Elizalde & Ramírez-Bautista, 2012; Leyte-Manrique *et al.*, 2016). El bajo número de individuos de las serpientes puede deberse a patrones de distribución característicos de estos organismos que se reflejan en abundancias bajas en la escala espacial del muestreo realizado y, a que estas especies tienen hábitos hipogeos o crípticos que hacen difícil detectarlas en campo (Carvajal-Cogollo *et al.*, 2007; Vitt & Caldwell, 2014). De esta manera, el número de

especies raras (por tener poblaciones escasas) denota la relevancia de conservar los hábitats analizados para proteger la mayor biodiversidad presente en ellos.

De las 15 especies registradas en la EFEZ, el 86.7% (13 especies) son endémicas a México, y de éstas, el 69.2% (nueve especies) son endémicas a la FVT (Cuadro 2). Adicionalmente, la estación comprende el 34.2% del total de especies endémicas que se distribuyen en el PNIPZ (38 especies) (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009; Woolrich-Piña *et al.*, 2017; Cruz-Elizalde *et al.*, 2018). Al igual que con la riqueza, este porcentaje es alto dada la pequeña superficie que abarca el área de estudio con respecto al parque. Además, la presencia de endemismos refleja la alta especialidad de las especies de anfibios y reptiles hacia las asociaciones vegetales de la zona.

Por otro lado, un 33.3% (cinco especies) de los anfibios y reptiles se encuentran en la lista mexicana de especies amenazadas NOM-059-2010 (SEMARNAT, 2018) y un 26.7% (cuatro especies) están en la categoría de sujeta a protección especial. En la lista roja de la IUCN (2018), 11 especies se encuentran bajo la categoría de preocupación menor, una especie en peligro (6.7%), dos especies como vulnerables (13.3%) y una especie casi amenazada (6.7%) (Cuadro 2). El alto número de especies endémicas a la FVT (69.2%) e identificadas en alguna categoría de riesgo (60%) en el presente trabajo, deben ser una prioridad para su conservación, en particular se debe poner mayor atención en aquellas especies con baja abundancia y presencia como *Chiropterotriton orculus* y *Thamnophis eques*, que además están en la categoría de protección especial y amenazada, respectivamente. Por lo tanto, se sugiere que la EFEZ se considere una zona relevante para la preservación de la herpetofauna que habita en ella, y desde una perspectiva regional.

En términos generales, las especies arbóreas, las características topográficas y la actividad antrópica en los hábitats Pino y Pino-Aile posiblemente estén beneficiando a las poblaciones de lacertilios debido a su amplia tolerancia a las condiciones ambientales, y limitando a los anfibios por sus requerimientos específicos de hábitat. El dosel cerrado y la disponibilidad de cuerpos de agua en Pino-Oyamel, son factores que podrían estar restringiendo a los lacertilios debido a la menor incidencia solar, y estaría favoreciendo a las poblaciones de anuros. Por otra parte, las serpientes presentaron abundancias semejantes en los tres hábitats. Por lo que las características particulares de cada hábitat podrían estar determinando la diversidad de anfibios y reptiles, en específico la abundancia de cada especie. Sin embargo, se requiere de estudios para medir la respuesta diferencial de las especies a dichos factores para corroborar estas inferencias.

A pesar de la riqueza que presenta el área de estudio, así como la alta proporción de especies endémicas y en alguna categoría de riesgo, no se habían realizado estudios que analizaran espacialmente los valores de diversidad. El presente trabajo es el primero en aportar información confiable y sólida referente a la abundancia, riqueza, diversidad y distribución de los anfibios y reptiles de la EFEZ. No obstante, es necesario llevar a cabo estudios que analicen la estructura y función de comunidades, así como el efecto antrópico sobre las poblaciones, que permitan implementar estrategias tendientes al manejo y conservación de la herpetofauna a largo plazo.

AGRADECIMIENTOS. Expresamos nuestra gratitud a las autoridades de la UACH y de la EFEZ por el permiso y apoyo brindados para el trabajo de campo, al Biól. Gilberto Hernández Cárdenas por el desarrollo del mapa, así como a los revisores anónimos y a J. Rogelio Cedeño Vázquez (editor asociado) por sus comentarios y sugerencias que mejoraron la calidad del manuscrito. Este trabajo forma parte de la tesis del doctorado de C.Y.P.R. en el Posgrado en Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana. El primer autor (C.Y.P.R.) agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) el otorgamiento de la beca de doctorado No. 402828.



LITERATURA CITADA

- Acevedo, A. A., Franco, R., Carrero, D. A.** (2016) Diversity of Andean amphibians of the Tamá National Natural Park in Colombia: A survey for the presence of *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Animal Biodiversity and Conservation*, 39.1, 1–10.
<https://doi.org/10.32800/abc.2016.39.0001>
- Aguirre-Calderón, Ó. A., Corral, R. J., Vargas, L. B., Jiménez, P. J.** (2008) Evaluación de modelos de diversidad-abundancia del estrato arbóreo en un bosque de niebla. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 31 (3), 281–289.
<https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/31-3/12a.pdf>
- Aldape-López, C. T., Santos-Moreno, A.** (2016) Efecto del manejo forestal en la herpetofauna de un bosque templado del occidente de Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 64 (3), 931–943.
<http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v64i3.21525>
- Andrews, R. M., Méndez-de la Cruz, F. R., Villagrán-Santa Cruz, M.** (1997) Body temperatures of female *Sceloporus grammicus*: Thermal stress or impaired mobility? *Copeia*, 1997 (1), 108–115.
<https://www.jstor.org/stable/1447845>
- Andrews, R. M., Méndez-de la Cruz, F. R., Villagrán-Santa Cruz, M., Rodríguez-Romero, F.** (1999) Field and selected body temperatures of the lizards *Sceloporus aeneus* and *Sceloporus bicanthalis*. *Journal of Herpetology*, 33 (1), 93–100.
<https://doi.org/10.2307/1565547>
- Arriaga, C. L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., Loa, E.** (Coords.) (2000) *Regiones terrestres prioritarias de México*. CONABIO, D. F. México, 609 pp.
<http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/1036.pdf>
- Arriola-Padilla, V. J., Estrada-Martínez, E., Ortega-Rubio, A., Pérez-Miranda, R., Gijón-Hernández, A. R.** (2014) Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 22 (60), 37–49.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67431160005>
- Bastiaans, E.** (2013) *Variation in reproductive behavior and sexual signals within and among populations of an incipiently speciating lizard*. Doctor of Philosophy in Ecology and Evolutionary Biology. University of California, Santa Cruz, USA, 263 pp.
<https://escholarship.org/uc/item/1dg5742x>
- Brower, J. E., Zar, J. H., von Ende, C. N.** (1997) *Field and laboratory methods for general ecology*. Fourth edition, WCB/McGraw-Hill, Boston, USA, 273 pp.
- Carvajal-Cogollo, J. E., Castaño-Mora, O. V., Cárdenas-Arévalo, G., Urbina-Cardona, J. N.** (2007) Reptiles de áreas asociadas a humedales de la planicie del Departamento de Córdoba, Colombia. *Caldasia*, 29 (2), 427–438.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39208/41060>
- Casas-Andreu, G., Valenzuela-López, G., Ramírez-Bautista, A.** (1991) *Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles*. Cuadernos 10. Instituto de Biología, UNAM, México, 68 pp.
- Chávez-Ávila, S. M., Casas-Andreu, G., García-Aguayo, A., Cifuentes-Lemus, J. L., Cupul-Magaña, F. G.** (2015) *Anfibios y reptiles del estado de Jalisco: Análisis espacial, distribución y conservación*. Universidad de Guadalajara, 103 pp.
<http://www.cuc.udg.mx/anfibios-y-reptiles-del-estado-de-jalisco-analisis-espacial-distribucion-y-conservacion>
- Cibrián, T. D., Cibrián, J.** (2007) Escenarios forestales y enfermedades / Forest establishments and diseases, pp. 4–9. En: Cibrián, T. D., Alvarado, R. D., García, D. S. E. (Eds.), *Enfermedades forestales en México / Forest diseases in Mexico*. Universidad Autónoma Chapingo, CONAFOR SEMARNAT, México. USDA, NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO, EUA.

- Colwell, R. K.** (2006) *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 8.2. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> (acceso en diciembre 2017).
- Colwell, R. K., Mao, C. X., Chang, J.** (2004) Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85 (10), 2717–2727.
<https://doi.org/10.1890/03-0557>
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad)** (2011) *La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, 440 pp.
<https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/BiodiversidadenPuebla.pdf>
- 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.
<http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2012.2>
- Cruz-Elizalde, R., Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U.** (2016) Riqueza, similitud y diversidad taxonómica de los anfibios y reptiles del Valle de México, pp. 329–346. *En: Gutiérrez, M. Ma. G., Ramírez-Bautista, A., Pineda-Arredondo, E. (Eds.), Ecología y conservación de anfibios y reptiles de México*. Primera edición. Sociedad Herpetológica Mexicana A.C. Publicación Especial No. 4, México.
https://www.researchgate.net/publication/322643647_Riqueza_y_diversidad_de_anfibios_y_reptiles_en_algunas_Areas_Naturales_Protegidas_del_Valle_de_Mexico
- Cruz-Elizalde, R., Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., Magno-Benítez, I., García-Rosales, A.** (2018) Riqueza y diversidad de anfibios y reptiles en algunas Áreas Naturales Protegidas del Valle de México, pp. 5–17. *En: Ramírez-Bautista, A., Pineda-López, R. (Eds.), Ecología y conservación de fauna en ambientes antropizados*. REFAMA, CONACYT, UAQ, México, 405 pp.
https://drive.google.com/file/d/1GFP9_p1sGnNg02kNxfiwWCOiNXcawkWX/view
- Cuéllar, O., Méndez de la Cruz, F. R., Villagrán-Santa-Cruz, M., Sánchez-Trejo, R.** (1996) Pregnancy does not increase the risk of mortality in wild viviparous lizards (*Sceloporus grammicus*). *Amphibia-Reptilia*, 17 (1), 77–80.
<https://doi.org/10.1163/156853896X00333>
- Díaz de la Vega-Pérez, A. H., Jiménez-Arcos, V. H., Méndez-de la Cruz, F. R.** (2016) Herpetofauna en el derrame del Xitle, pp. 398–403. *En: CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), SEDEMA (Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal). La biodiversidad en la Ciudad de México*. Vol. II. CONABIO/SEDEMA, México, 608 pp.
https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Volumen%202-cdmx_web.pdf
- Duellman, W. E.** (2001) *Hylid frogs of Middle America*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 1159 pp.
- Dupuis, L. A., Smith, N. M., Bunnell, F.** (1995) Relation of terrestrial-breeding amphibian abundance to tree-stand age. *Conservation Biology*, 9 (3), 645–653.
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1995.09030645.x>
- Durán, S. S. L.** (2012) Contribución al conocimiento de la alimentación de la lagartija *Sceloporus grammicus* (Reptilia: Phrynosomatidae) en la localidad de la Palma, Municipio de Isidro Fabela, Estado de México. *Revista de Zoología*, 23, 9–20.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49830273002>
- Eliosa-León, H. R.** (1990) *Distribución de tres salamandras terrestres (Amphibia: Plethodontidae), en el Parque Nacional Zoquiapan*. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM, México, 40 pp.
<http://132.248.9.195/pmig2017/0140775/Index.html>
- Espinosa-Organista, D., Ocegueda-Cruz, S., Aguilar-Zúñiga, C., Flores-Villela, Ó., Llorente-Bousquets, J.** (2008) El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, Cap. 1, pp. 33–65. *En: CONABIO. Capital natural de México. Vol. 1. Síntesis: Conocimiento actual*



- de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, D.F., México.
<http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6456.pdf>
- Estrella-Morales, J., Piedra-Castro, L.** (2018) Anfibios y reptiles (Herpetofauna) en las asociaciones vegetales de la Laguna de Gandoca, Limón, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 31 (2), 127–135.
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/3630
- Feinsinger, P.** (2003) *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. Editorial FAN (Fundación Amigos de la Naturaleza), Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 242 pp.
https://issuu.com/fundacionamigosdelanaturaleza/docs/el_dise_o_de_estudios_de_campo
- Flores-Villela, O. A., Canseco-Márquez, L.** (2004) Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 20 (2), 115–144.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v20n2/v20n2a8.pdf>
- Flores-Villela, O. A., Martínez-Salazar, E. A.** (2009) Historical explanation of the origin of the herpetofauna of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80 (3), 817–833.
<http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.003>
- Flores-Villela, O. A., Mendoza, F., González, G.** (Comps.) (1995) Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*, 10, 1–285.
https://www.academia.edu/4027619/Recopilaci%C3%B3n_de_Claves_Taxon%C3%B3micas_de_la_Herpetofauna_Mexicana
- Fredericksen, N. J., Fredericksen, T. S.** (2002) Terrestrial wildlife responses to logging and fire in a Bolivian tropical humid forest. *Biodiversity and Conservation*, 11 (1), 27–38.
<https://doi.org/10.1023/A:1014065510554>
- Fredericksen, T. S., Ross, B. D., Hoffman, W., Ross, E., Morrison, M. L., Beyea, J., Lester, M. B., Johnson, B. N.** (2000) The impact of logging on wildlife: A study in Northeastern Pennsylvania. *Journal of Forestry*, 98 (4), 4–10.
<https://doi.org/10.1093/jof/98.4.4>
- Gallina, T. S., López, G. C.** (Eds.) (2011) *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Vol. I. Universidad Autónoma de Querétaro, Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México, 377 pp.
https://inecol.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1005/138/1/2004_2011-10763.pdf
- García-R, J. C., Castro-H, F., Cárdenas-H, H.** (2005) Relación entre la distribución de anuros y variables del hábitat en el sector la Romelia del Parque Nacional Natural Munchique (Cauca, Colombia). *Caldasia*, 27 (2), 299–310.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39310>
- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G. F., Hernández-García, M. A., Sánchez-González, A.** (2004) Ecología de la fauna silvestre de la Sierra Nevada y la Sierra del Ajusco. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 10 (2), 111–117.
https://chapingo.mx/revistas/en/forestales/contenido.php?seccion=numero&id_revista_numero=30
- Gutiérrez, M. Ma. G., Sánchez-Trejo, R.** (1990) Repartición de los recursos alimenticios en la comunidad de lacertilios de Cahuacán, Edo. de México. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*, 2 (1), 3–8.
<http://sociedadherpetologicamexicana.org.mx/publicaciones/boletin-de-la-shm/1990-vol-2/>
- Halfiter, G., Moreno, C. E., Pineda, E. O.** (2001) *Manual para evaluación de la biodiversidad en reservas de la Biosfera*. Vol. 2. M&T-Manuales & Tesis SEA, Zaragoza, España, 80 pp.
<http://sea-entomologia.org/PDF/MTSEA02.pdf>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D.** (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1), 9 pp., 178kb. Version 3.23. Disponible en: <http://folk.uio.no/ohammer/past> (acceso en diciembre 2018).

- Hernández-Gallegos, O., Méndez-de la Cruz, F. R., Villagrán-Santa Cruz, M., Andrews, R. M.** (2002) Continuous spermatogenesis in the lizard *Sceloporus bicanthalis* (Sauria: Phrynosomatidae) from high elevation habitat of central Mexico. *Herpetologica*, 58 (4), 415–421.
[https://doi.org/10.1655/0018-0831\(2002\)058\[0415:CSITLS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1655/0018-0831(2002)058[0415:CSITLS]2.0.CO;2)
- Hill, J. K., Hamer, K. C.** (1998) Using species abundance models as indicators of habitat disturbance in tropical forests. *Journal of Applied Ecology*, 35 (3), 458–460.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.00310.x>
- Hill, M. O.** (1973) Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54 (2), 427–432.
<https://doi.org/10.2307/1934352>
- IUCN** (2018) *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2018-1. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org> (acceso en marzo 2018).
- Jiménez-Valverde, A., 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.
http://sea-entomologia.org/PDF/RIA_8/R08-024-151.pdf
- Johnson, J. D., Wilson, L. D., Mata-Silva, V., García-Padilla, E., DeSantis, D. L.** (2017) The endemic herpetofauna of Mexico: Organisms of global significance in severe peril. *Mesoamerican Herpetology*, 4 (3), 544–620.
http://mesoamericanherpetology.com/uploads/3/4/7/9/34798824/mh_4-3_johnson_et_al.pdf
- Jost, L.** (2006) Entropy and diversity. *Oikos*, 113 (2), 363–375.
<https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Jost, L.** (2007) Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*, 88 (10), 2427–2439.
<https://doi.org/10.1890/06-1736.1>
- Lemos-Espinal, J. A., Amaya-Elías, J. de J.** (1985) Observaciones generales sobre la comunidad de anfibios y reptiles de la Vertiente Oriental del Volcán Iztaccíhuatl. *Ciencia Forestal*, 10 (57), 44–64.
- Lemos-Espinal, J. A., Smith, H. M.** (2007) *Anfibios y reptiles del estado de Chihuahua, México*. Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, D.F. México, 613 pp.
- Leyte-Manrique, A., Hernández-Salinas, U., Chávez-Calzada, E., Sánchez, M. del C., Marshall, J. C., Ramírez-Bautista, A.** (2005) El complejo *Sceloporus grammicus*, un grupo de lagartijas en especiación. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*, 14 (1), 10–17.
- Leyte-Manrique, A., Morales-Castorena, J. P., Escobedo-Morales, L. A.** (2016) Variación estacional de la herpetofauna en el cerro del Veinte, Irapuato, Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87 (1), 150–155.
<http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2016.1.1683>
- Maass, J. M., Patrón, R., Suárez, A. I., Blanco, S., Ceballos, G., Galindo, C., Pescador, A.** (1981) *Ecología de la Estación Experimental Zoquiapan: (Descripción general, vegetación y fauna)*. Colección Cuadernos Universitarios, Serie Agronomía No. 2. Dirección de Difusión Cultural y Departamento de Bosques, UACH, México, 115 pp.
- Magurran, A. E.** (1981) *Biological diversity and woodland management*. Unpublished Doctor of Philosophy Thesis, New University of Ulster.
- Magurran, A. E., McGill, B. J.** (Eds.) (2011) *Biological diversity: Frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press, Oxford, UK, 368 pp.
- May, R. M.** (1975) Patterns of species abundance and diversity, pp. 81–120. En: Cody, M. L., Diamond, J. M. (Eds.), *Ecology and evolution of communities*. Belknap, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 560 pp.
- McGill, B. J.** (2011) Measuring the spatial structure of biodiversity, pp. 152–171. En: Magurran, A. E., McGill, B. J. (Eds.), *Biological diversity: Frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press, Oxford, UK, 368 pp.



- Medina-Aguilar, O., Alvarado-Díaz, J., Suazo-Ortuño, I.** (2011) Herpetofauna de Tacámbaro, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82 (4), 1194–1202.
<http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.740>
- Mendoza, M. A.** (1977) Datos meteorológicos de la Estación de Enseñanza e Investigación Forestal Zoquiapan, México. *Información Técnica de Bosques*, 4 (10), 23–25.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., Pavón, N. P.** (2011) Reanálisis de la diversidad alpha: Alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82 (4), 1249–1261.
<http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.745>
- NCSS 11 Statistical Software** (2016) NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA, ncss.com/software/ncss
- Ochoa-Ochoa, L. M., Flores-Villela, O. A.** (2006) *Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana*. UNAM-CONABIO, D.F. México, 211 pp.
<http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/5238.pdf>
- Parra-Olea, G., García-París, M., Wake, D. B.** (1999) Status of some populations of Mexican salamanders (Amphibia: Plethodontidae). *Revista de Biología Tropical*, 47 (1–2), 217–223.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/19069>
- Pearman, P. B.** (1997) Correlates of amphibian diversity in an altered landscape of Amazonian Ecuador. *Conservation Biology*, 11 (5), 1211–1225.
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1997.96202.x>
- Pérez-Roblero, C. Y.** (2014) *Diversidad temporal herpetofaunística en un bosque templado de la Sierra Nevada de México*. Tesis de Maestría en Biología. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, México, 128 pp.
<http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI16355.pdf>
- Petranka, J. W., Brannon, M. P., Hopey, M. E., Smith, C. K.** (1994) Effects of timber harvesting on low elevation populations of southern Appalachian salamanders. *Forest Ecology and Management*, 67 (1–3), 135–147.
[https://doi.org/10.1016/0378-1127\(94\)90012-4](https://doi.org/10.1016/0378-1127(94)90012-4)
- Pianka, E. R.** (1966) Convexity, desert lizards, and spatial heterogeneity. *Ecology*, 47 (6), 1055–1059.
<https://doi.org/10.2307/1935656>
- Pineda, E., Halffter, G.** (2004) Species diversity and habitat fragmentation: Frogs in a tropical montane landscape in Mexico. *Biological Conservation*, 117 (5), 499–508.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.08.009>
- Potts, M. D.** (2003) Drought in a Bornean everwet rain forest. *Journal of Ecology*, 91 (3), 467–474.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2003.00779.x>
- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., Cruz-Elizalde, R., Berriozabal-Islas, C., Lara-Tufiño, D., Mayer-Goyenechea, I. G., Castillo-Cerón, J. M.** (2014) *Los anfibios y reptiles de Hidalgo, México: Diversidad, biogeografía y conservación*. Sociedad Herpetológica Mexicana, A. C., D. F. México, 387 pp.
<https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6661/>
- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., García-Vázquez, U. O., Leyte-Manrique, A., Canseco-Márquez, L.** (2009) *Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y conservación*. UAEH y CONABIO, D. F. México, 213 pp.
<https://es.scribd.com/document/386038449/HerpetofaunadeMexicoCentral>
- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., Mendoza-Quijano, F., Cruz-Elizalde, R., Stephenson, B. P., Vite-Silva, V. D., Leyte-Manrique, A.** (2010) *Lista anotada de los anfibios y reptiles del estado de Hidalgo, México*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. 104 pp.
https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6008/2010_lista_de_anfibios_y_reptiles_del_estado_de_hidalgo__mexico.pdf
- Rodríguez-Romero, F. J., Méndez-De la Cruz, F. R., García-Collazo, R., Villagrán-Santa Cruz, M.** (2002) Comparación del esfuerzo reproductor en dos especies hermanas del género *Sceloporus*

- (Sauria: Phrynosomatidae) con diferente modo reproductor. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 85 (85), 181–188.
<https://doi.org/10.21829/azm.2002.85851821>
- Rueda-Solano, L. A., Castellanos-Barliza, J.** (2010) Herpetofauna de Neguanje, Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe Colombiano. *Acta Biológica Colombiana*, 15 (1), 195–206.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/9895/15280>
- Rzedowski, J.** (2006) *Vegetación de México*. 1ra. edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
<http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/7369.pdf>
- Sánchez, A. C.** (2005) Anfibios y Reptiles, pp. 101–114. En: Fernández-Fernández, J. A., López-Domínguez, J. C. (Comps.), *Biodiversidad del Parque Nacional Malinche Tlaxcala, México*. Coordinación General de Ecología del Gobierno del Estado de Tlaxcala, México, 224 pp.
https://www.academia.edu/12611845/Biodiversidad_del_Parque_Nacional_Malinche
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets, J., Gonzalo, H., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S., De la Maza, J.** (2009) *Capital natural de México. Síntesis: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 100 pp.
https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Capital%20Natural%20de%20Mexico_Sintesis.pdf
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales)** (2018) *Proyecto de Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo*. Publicada el 30 de diciembre de 2010. México, 94 pp.
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5534594&fecha=13/08/2018
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) y CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas)** (2013) *Programa de manejo: Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl*. Primera edición. D. F., México, 185 pp.
https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/87_libro_pm.pdf
- Tuomisto, H.** (2010a) A diversity of beta diversities: Straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Ecography*, 33 (1), 2–22.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05880.x>
- Tuomisto, H.** (2010b) A consistent terminology for quantifying species diversity? Yes, it does exist. *Oecologia*, 164 (4), 853–860.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00442-010-1812-0>
- Uribe-Peña, Z., Ramírez-Bautista, A., Casas-Andréu, G.** (1999) *Anfibios y reptiles de las Serranías del Distrito Federal, México*. Cuadernos 32. Instituto de Biología, UNAM, México, 119 pp.
- Vega-López, A. A., Álvarez-Solórzano, T.** (1992) La herpetofauna de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 49 (51), 1–132.
<https://doi.org/10.21829/azm.1992.49511950>
- Villarreal, 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 Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Segunda edición. Bogotá, Colombia, 236 pp.
<https://sib.gob.ar/archivos/IAVH-00288.pdf>
- 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.
<http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2010.002.237>



- Vitt, L. J., Avila-Pires, C. S., Caldwell, J. P., Oliveira, V. R.** (1998) The impact of individual tree harvesting on thermal environments of lizards in Amazonian rain forest. *Conservation Biology*, 12 (3), 654–664.
<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1998.96407.x>
- Vitt, L. J., Caldwell, J. P.** (2014) *Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles*. Fourth edition, Academic Press, Elsevier, UK, 757 pp.
https://batrachos.com/sites/default/files/pictures/Books/vitt_caldwell_2014_herpetology.pdf
- Waldick, R.** (1997) Effects of forestry practices on amphibian populations in eastern North America, pp. 191-205. *En: Green, D. M. (Ed.), Amphibians in decline: Canadian studies of a global problem*. Herpetological Conservation, No. 1, Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Saint Louis, Missouri, USA, 351 pp.
- Wilson, L. D., Johnson, J. D.** (2010) Distributional patterns of the herpetofauna of Mesoamerica, a biodiversity hotspot, pp. 31-235. *En: Wilson, L. D., Townsend, J. H., Johnson, J. D. (Eds.), Conservation of Mesoamerican amphibians and reptiles*. Eagle Mountain Publishing, Utah, USA, 812 pp.
- Wilson, L. D., Johnson, J. D., Porras, L. W., Mata-Silva, V., García-Padilla, E.** (2017) A system for categorizing the distribution of the Mesoamerican herpetofauna. *Mesoamerican Herpetology*, 4 (4), 902–913.
http://mesoamericanherpetology.com/uploads/3/4/7/9/34798824/mh_4-4_wilson_et_al.pdf
- Wilson, L. D., Townsend, J. H.** (2010) The herpetofauna of Mesoamerica: Biodiversity significance, conservation status, and future challenges, pp. 760–812. *En: Wilson, L. D., Townsend, J. H., Johnson, J. D. (Eds.), Conservation of Mesoamerican amphibians and reptiles*. Eagle Mountain Publishing, Utah, USA, 812 pp.
- Wilson, L. D., Townsend, J. H., Johnson, J. D. (Eds.)** (2010) *Conservation of Mesoamerican amphibians and reptiles*. Eagle Mountain Publishing, Utah, USA, 812 pp.
- Wolda, H.** (1988) Seasonality and the community, pp. 69–95. *En: Gee, J. H. R., Giller, P. S. (Eds.). The organization of the communities*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- Woolrich-Piña, G. A., García-Padilla, E., DeSantis, D. L., Johnson, J. D., Mata-Silva, V., Wilson, L. D.** (2017) The herpetofauna of Puebla, Mexico: Composition, distribution, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology*, 4 (4), 791–884.
http://mesoamericanherpetology.com/uploads/3/4/7/9/34798824/mh_4-4_woolrich-pina_et_al.pdf
- Zavala, F.** (1984) *Sinecología de la vegetación de la Estación de Enseñanza e Investigación Forestal Zoquiapan, Estados de México y Puebla*. Tesis de Licenciatura en Biología. División de Ciencias y Humanidades, Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 164 pp.
- Zug, G. R., Vitt, L. J., Caldwell, J. P.** (2001) *Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles*. Second edition, Academic Press, New York, 630 pp.
https://books.google.es/books?id=qdpxsIPm8kkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Zúñiga-Vega, J. J., Méndez-de La Cruz, F. R., Cuéllar, O.** (2008) Demography of the lizard *Sceloporus grammicus*: Exploring temporal variation in population dynamics. *Canadian Journal of Zoology*, 86 (12), 1397–1409.
<https://doi.org/10.1139/Z08-124>