



Variación estacional de las comunidades de anfibios y reptiles en una selva tropical caducifolia del centro de México

Seasonal variation of amphibian and reptile communities in a deciduous tropical forest in central Mexico

ENRIQUE SILVA-AYALA¹ *, JUAN MANUEL DÍAZ-GARCÍA^{2*} , CARLOS ALBERTO HERNÁNDEZ-JIMÉNEZ¹ , HUMBERTO MIGUEL ROMERO-URIBE³



Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)

*Autor corresponsal:

Juan Manuel Díaz-García
juanm.diazgarcia@gmail.com

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Avenida San Claudio Edificio 112-A Ciudad Universitaria, Colonia Jardines de San Manuel, Puebla, Puebla. México. C.P. 72570.

²Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Avenida Universidad 1, Colonia La Loma Xicohténcatl, Tlaxcala, Tlaxcala. C. P. 90000.

³Rubenstein School of Environment and Natural Resources, University of Vermont, 81 Carrigan Drive, Burlington, VT 05405, USA; Gund Institute for Environment, University of Vermont, 210 Colchester Ave, Burlington, VT 05401, USA.

Cómo citar:

Silva-Ayala, A., Díaz-García, J. M., Hernández-Jiménez, C. A., Romero-Uribe, H. M. (2025) Variación estacional de las comunidades de anfibios y reptiles en una selva tropical caducifolia del centro de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 41, 1–17.

10.21829/azm.2025.4112697
elocation-id: e4112697

Recibido: 21 mayo 2024

Aceptado: 04 abril 2025

Publicado: 23 mayo 2025

Editor responsable: Rogelio Cedeño Vázquez

RESUMEN. La estacionalidad de las selvas tropicales caducifolias genera cambios en la estructura de la vegetación, las condiciones microclimáticas y la disponibilidad de recursos, lo que puede afectar a los anfibios y reptiles. Este estudio evaluó la respuesta de la diversidad taxonómica de los anfibios y reptiles a la estacionalidad en una selva tropical caducifolia en la Sierra Mixteca de Puebla, México. Comparamos el número efectivo de especies, la abundancia y la composición de especies entre la temporada seca y la temporada de lluvias. Los resultados indican que el número efectivo de especies de

anfibios y reptiles no varió significativamente entre estaciones. La abundancia de anfibios fue mayor en la temporada de lluvias, mientras que la abundancia de reptiles no mostró variación estacional significativa. La comunidad de anfibios presentó mayor equidad en la temporada seca, en contraste con la temporada de lluvias, que estuvo dominada por dos especies. La comunidad de reptiles exhibió una distribución heterogénea de la abundancia en ambas estaciones. Nuestros resultados resaltan la alta sensibilidad de la abundancia de anfibios a la estacionalidad de este ecosistema, en comparación con la abundancia de los reptiles. Sin embargo, dentro de cada grupo taxonómico detectamos diferentes respuestas, lo que puede relacionarse con los rasgos fisiológicos, conductuales y morfológicos característicos de las especies. Es necesario considerar estrategias de conservación para los remanentes de este ecosistema en la Mixteca poblana, que sirven como refugio para las comunidades de anfibios y reptiles con un alto porcentaje de endemismo.

Palabras clave: diversidad de especies; herpetofauna; Sierra Mixteca de Puebla; temporada de lluvias; temporada seca

ABSTRACT. The seasonality of tropical deciduous forests generates changes in vegetation structure, microclimatic conditions, and resource availability, which can affect amphibians and reptiles. This study assessed the response of the taxonomic diversity of amphibians and reptiles to the seasonality in a tropical deciduous forest in the Sierra Mixteca of Puebla, Mexico. We compared the effective number of species, abundance, and species composition between the dry and the rainy season. The results indicate that the effective number of amphibian and reptile species did not vary significantly between seasons. Amphibian abundance was greater in the rainy season, while reptile abundance did not vary significantly between seasons. The amphibian community exhibited greater evenness in the dry season, in contrast to the rainy season, which was dominated by two species. The reptile community displayed a heterogeneous distribution of abundance in both seasons. Our results highlight the high sensitivity of amphibian abundance to the seasonality of this ecosystem, compared to reptile abundance. However, within each taxonomic group, we detected different responses, which may be related to the physiological, behavioral, and morphological traits characteristic of the species. It is necessary to consider conservation strategies for the remnants of this ecosystem in the Mixteca poblana, which serves as a refuge for amphibian and reptile communities with a high percentage of endemism.

Key words: dry season; herpetofauna; Sierra Mixteca de Puebla; species diversity; wet season

INTRODUCCIÓN

La selva tropical caducifolia (STC) abarca cerca del 40% de los bosques tropicales a nivel mundial (FAO, 2001). Este tipo de selva se ubica principalmente en regiones cálidas caracterizadas por una variación climática estacional ampliamente marcada (Holdridge, 1967; Rzedowski, 2006). Durante la estación seca en la STC, la mayoría de los árboles pierden sus hojas generando espacios abiertos en el dosel y en consecuencia se origina una amplia variación microclimática. Mientras que, en la estación de lluvias, la cobertura del dosel se restablece provocando la estabilización de factores como la temperatura y la humedad relativa (Trejo, 1999). La variación en la estructura de la vegetación y las

condiciones microclimáticas entre ambas estaciones, puede generar cambios en la disponibilidad de los recursos necesarios para los vertebrados. Por ejemplo, se ha señalado que los sitios de reproducción y regulación térmica, así como la disponibilidad de alimento pueden variar entre la estación de seca y húmeda (Mandujano & Gallina, 1995; García & Cabrera-Reyes, 2008).

Los anfibios y reptiles son algunos de los vertebrados que pueden responder a la variación estacional de la STC, debido a que son altamente sensibles a los cambios en sus microhábitats (Gibbons *et al.*, 2000; Pough, 2007; Pyron, 2018) y dependen del microclima (Paternina, 2016). Asimismo, varias especies de la herpetofauna necesitan de cuerpos de agua temporales o permanentes para su reproducción, desplazamiento y alimentación (Wells, 2007; Vitt & Caldwell, 2013). Sin embargo, se ha reportado que las ranas, sapos, salamandras y cecilias pueden ser más sensibles que los reptiles a las modificaciones ambientales que genera la variación estacional, debido a su piel desnuda y permeable, y una mayor dependencia a la humedad (García, 2003; García & Cabrera-Reyes, 2008). Al presentar este tipo de piel, los anfibios pueden presentar altos niveles de estrés fisiológico cuando las temperaturas son altas durante la estación seca (Androne *et al.*, 2001; Leyte-Manrique *et al.*, 2016).

Las diferentes respuestas de la herpetofauna a la estacionalidad en las selvas secas pueden compararse a través del análisis de la diversidad taxonómica y sus componentes: riqueza de especies, abundancia y composición de especies (Duellman & Thomas, 1996; Peña-Joya *et al.*, 2018; Roth-Monzón *et al.*, 2018). Por ejemplo, en tres selvas tropicales caducifolias de México se encontró que la riqueza y la abundancia de los anfibios disminuyeron drásticamente en la estación seca en comparación con la estación de lluvias. Mientras que la riqueza y la abundancia de los reptiles registraron patrones contrastantes entre ambas estaciones (García & Cabrera-Reyes, 2008; Rioja-Paradela *et al.*, 2013; Leyte-Manrique *et al.*, 2016). Además, se ha reportado que dentro de cada grupo biológico también existen diferentes respuestas a la estacionalidad, asociadas principalmente a los rasgos morfológicos, fisiológicos o de historia de vida de las especies (Keinath *et al.*, 2016).

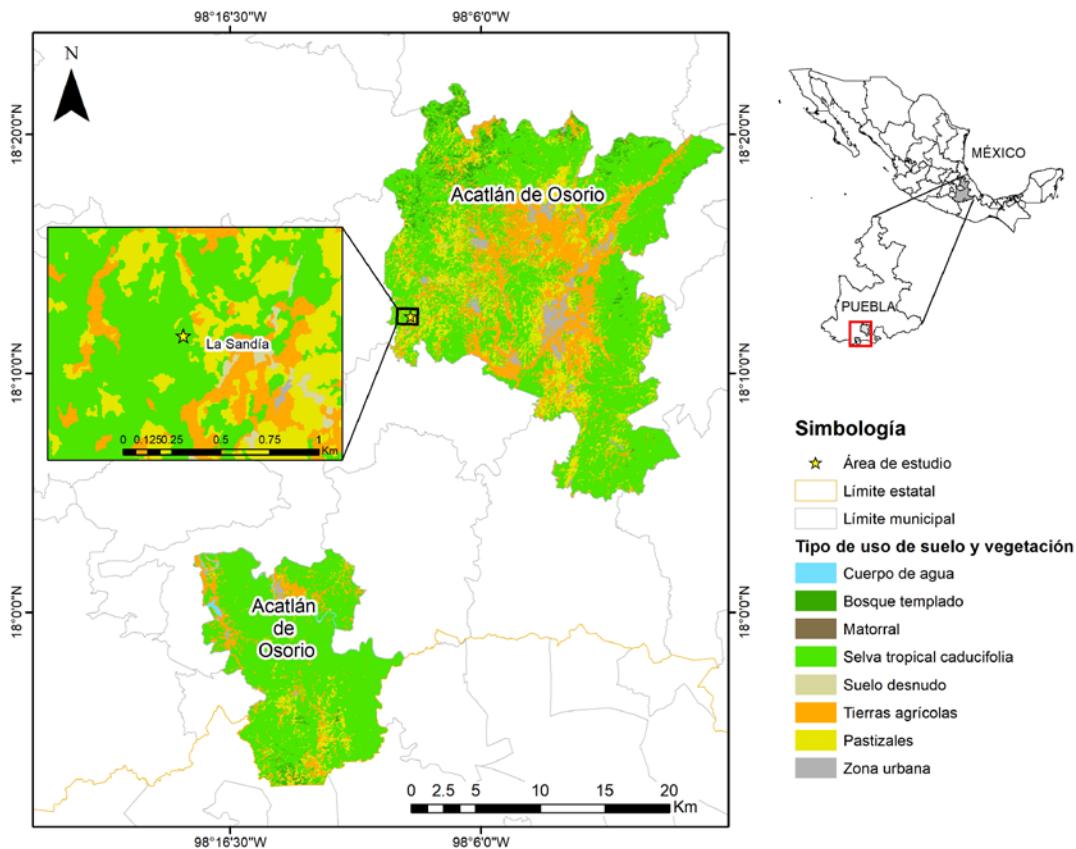
Leyte-Manrique *et al.* (2016) reportaron la presencia de seis especies de anuros en la estación de lluvias en una STC de México, mientras que en la estación seca sólo reportaron una especie. En contraste, la riqueza de lagartijas puede ser semejante entre estaciones climáticas debido a su plasticidad y capacidad para explotar los recursos disponibles. Sin embargo, se ha detectado que la riqueza y abundancia de serpientes generalmente disminuye en la estación de secas, probablemente por la disminución de presas como mamíferos o aves (Aurioles *et al.*, 2000; Marques *et al.*, 2001; Vite-Silva *et al.*, 2010; Roth-Monzón *et al.*, 2018). Por lo tanto, estudiar la respuesta de la herpetofauna a la variación estacional, considerando los rasgos particulares de cada grupo biológico y cada especie, puede ayudar a comprender la dinámica temporal de las comunidades que habitan la STC.

Particularmente, la STC cubre aproximadamente el 12% del territorio mexicano (Ceballos *et al.*, 2010). Sin embargo, la mayor parte de su cobertura vegetal ha sido deforestada para establecer zonas agrícolas y ganaderas (García Vázquez *et al.*, 2006; Zepeda Gómez *et al.*, 2017). Esta situación pone en riesgo a las comunidades de anfibios y reptiles, así como a sus interacciones ecológicas, de las que derivan importantes funciones ecológicas como: la dispersión de semillas, herbivoría, reducción de la turbidez del agua, y el flujo de energía a través de las cadenas tróficas (Cortes-Gómez *et al.*, 2015). Por lo tanto, conocer la respuesta de la herpetofauna a la estacionalidad dentro de fragmentos de STC, puede ser importante para promover la conservación

y recuperación de sus comunidades y funciones ecológicas. El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta de la diversidad taxonómica de los anfibios y reptiles a la variación estacional en una STC del centro de México. Particularmente, se comparó el número efectivo de especies, la abundancia, la equidad, y la composición de especies de cada grupo biológico entre la estación seca y la estación húmeda en una selva seca de la Sierra Mixteca de Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Se localiza en la localidad de La Sandía, municipio de Acatlán de Osorio dentro de la Sierra Mixteca de Puebla, México (18.20660° N, 98.147133° O; 1411 m s.n.m.; Fig. 1). La vegetación original corresponde a la STC, representada principalmente por especies de los géneros *Bursera*, *Ipomoea*, *Tillandsia*, *Mimosa* y *Solanum* (Rojas-Martínez & Flores-Olvera, 2019). El clima es cálido subhúmedo (Aw2) con una marcada estacionalidad climática (Guízar-Nolazco *et al.*, 2010). Durante la estación de lluvias (junio – septiembre) la temperatura varía entre 15 y 27°C y la precipitación promedio es de 166 mm, mientras que en la estación seca (octubre – mayo) la temperatura varía entre 18 y 33°C y la precipitación promedio es de 13 mm (García, 1988; Guízar Nolazco *et al.*, 2010; Martínez Espinosa, 2013). La STC se distribuye en fragmentos inmersos en zonas agrícolas de temporal (cacahuate, maíz, frijol y jamaica) y zonas de pastoreo (López Téllez *et al.*, 2007; Guízar Nolazco *et al.*, 2010).



Registro de la herpetofauna. Para registrar a los anfibios y reptiles, seleccionamos un fragmento de ~2ha, el cual fue visitado cuatro veces durante la estación seca y cuatro veces durante la

estación húmeda de 2017. En cada visita, durante cuatro días se realizaron tres recorridos al azar en el día (10:00 a 15:00 h) y tres en la noche (19:00 a 00:00 h). Las horas de muestreo definidas incluyeron los períodos de mayor actividad de cada grupo biológico en selvas secas tropicales (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona, 2008; García & Cabrera-Reyes, 2008; Vite-Silva *et al.*, 2010; Leyte-Manrique *et al.*, 2016). En cada recorrido, de tres a cinco personas buscaron a los anfibios y reptiles utilizando la técnica de búsqueda libre con captura manual, la cual consiste en revisar los microhábitats idóneos de las especies incluyendo debajo de piedras u hojarasca, cuerpos de agua, árboles y arbustos, entre otros (Aguirre-León, 2011). El esfuerzo de muestreo en las visitas donde participaron tres personas (3 visitas) fue de 30 horas/persona (10 horas × 3 personas), mientras que en los muestreos donde participaron cinco personas (1 visita) fue de 50 horas/persona (10 horas × 5 personas), para un total de 140 horas/persona en cada estación climática. Los individuos capturados fueron identificados en campo mediante claves taxonómicas (Oliver López *et al.*, 2009; Canseco-Márquez & Gutiérrez-Mayén, 2010). Después de la identificación a nivel de especie, todos los individuos fueron liberados en su sitio de captura. El manejo de individuos bajo estudio, no afectó en ningún momento la integridad ni la condición de vida de los organismos y de su entorno. Obtuimos el estado de conservación de cada especie registrada considerando la Lista Roja de la IUCN (2024), el índice de vulnerabilidad ambiental (Wilson *et al.* 2013a,b) y la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

Análisis de datos. Todos los análisis de datos se realizaron de forma independiente para cada grupo biológico. Para realizar comparaciones válidas de los números de Hill entre las estaciones climáticas, primero calculamos la cobertura de la muestra (\hat{C}_n) para cada estación siguiendo la fórmula:

$$\hat{C}_n = 1 - \frac{f_1}{n} \left[\frac{(n-1)f_1}{(n-1)f_1 + 2f_2} \right]$$

Donde f_1 es el número de singletons, f_2 es el número de doubletons y n es el número de individuos (Chao & Jost, 2012). Cuando las coberturas de la muestra son cercanas al 100% y similares entre las comunidades, las comparaciones de los números de Hill pueden realizarse directamente con los valores observados (Cultid-Medina & Escobar, 2019). Después, calculamos los números de Hill para cada grupo biológico y por estación, estos números representan a la riqueza de especies (N_0), el número de especies comunes (N_1) y número de especies dominantes en las comunidades (N_2 ; Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011). Para comparar los números de Hill entre estaciones, se calcularon los intervalos de confianza al 95%, cuando los intervalos de confianza no traslapan se puede inferir diferencia estadística (Chao & Jost, 2012). Estos análisis fueron realizados en el paquete iNEXT (Hsieh *et al.*, 2016) de R versión 2.0.9 (R Core Team, 2017).

Para comparar la abundancia de especies, calculamos el número total de individuos registrados en todos los muestreos en cada estación climática, y comparamos los promedios entre estaciones mediante modelos lineales generalizados con distribución Poisson y función de enlace logarítmica (Díaz-García *et al.*, 2020). Para comparar la equidad de las comunidades entre estaciones climáticas, calculamos el índice de equidad relativa de primer orden (1_0 RLE) siguiendo la fórmula 1_0 RLE = $\ln(N_1) / \ln(N_0)$, donde N_1 = número de especies comunes y N_0 = riqueza de especies (Jost, 2010). Para comparar la composición de las comunidades de anfibios y reptiles entre las dos estaciones climáticas construimos curvas de rango-abundancia, y revisamos los cambios en la posición de cada especie entre las curvas de cada estación climática (Moreno *et al.*, 2011).

RESULTADOS

En total registramos 86 individuos de 10 especies de anuros (seis ranas y cuatro sapos) y 114 individuos de 25 especies de reptiles (13 serpientes, 11 lagartijas, y una tortuga dulceacuícola). La cobertura de la muestra para cada una de las estaciones climáticas fue ≤90% en ambos grupos biológicos (Cuadro 1), por lo que pudimos realizar las comparaciones con los valores observados. De acuerdo con una revisión de colecciones científicas (Texas Cooperative Wildlife Collections, Texas A & M University [TCWC], Kansas University [KU] y University of Illinois [UIMNH]), reportamos a *Rhadinaea hesperia* (Bailey, 1940), *Sceloporus jalapae* (Günther, 1890) y *Tantilla bocourti* (Günther, 1895) como nuevos registros para la herpetofauna del municipio de Acatlán de Osorio. Asimismo, registramos 25 especies endémicas a México, el 98% de las especies registradas se encontraron en la categoría de Preocupación menor de la Lista Roja de la IUCN (2024), y siete especies en la categoría de Alta vulnerabilidad ambiental de acuerdo con Wilson *et al.* (2013a, b; Cuadro 2).

Cuadro 1. Riqueza, abundancia y cobertura de la muestra de las comunidades de anfibios y reptiles en dos estaciones climáticas registradas en la localidad de La Sandía, Acatlán de Osorio, Puebla.

	Riqueza de especies	Abundancia	Cobertura de la muestra
ANFIBIOS			
Secas	10	29	90%
Lluvias	8	57	93%
REPTILES			
Secas	19	78	91%
Lluvias	18	66	90%

Cuadro 2. Diversidad, endemismo y estado de conservación de las especies de anfibios y reptiles registradas en la estación seca y en la estación de lluvias en la localidad de La Sandía, Acatlán de Osorio, Puebla. La X indica a las especies endémicas a México. La columna IUCN indica el estado de conservación de acuerdo a la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2024): NE = No Evaluada, LC = Preocupación menor, y EN = En peligro. La columna EVS indica el estado de vulnerabilidad ambiental de anfibios y reptiles mexicanos (Wilson *et al.* 2013a; b): Baja = Vulnerabilidad baja (valor de riesgo de 3-9), Media = Vulnerabilidad media (valor de riesgo de 10-13), y Alta = Vulnerabilidad alta (valor de riesgo de 14-20).

ID	Estación de secas	Estación de lluvias	Total	Especie endémica a México	IUCN	NOM 059	EVS
ANFIBIOS							
Orden Anura							
Bufoidae							
<i>Incilius perplexus</i>	Ip	3	1	4	X	LC	Media
<i>Incilius marmoreus</i>	Im	1	6	7	X	LC	Media
<i>Incilius occidentalis</i>	Io	2		2	X	LC	Media
Craugastoridae							
<i>Craugastor augusti</i>	Ca	1		1		LC	Baja
Eleutherodactylidae							
<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	En	5	4	9	X	LC	Media
Hylidae							
<i>Dryophytes arenicolor</i>	Da	2	18	20		LC	Baja
<i>Exerodonta smaragdina</i>	Es	5	6	11	X	LC	Pr Media
Phyllomedusidae							
<i>Agalychnis dacnicolor</i>	Ad	1	12	13	X	LC	Media

Scaphiopodidae								
<i>Spea multiplicata</i>	Sm	5	2	7		LC		Baja
Ranidae								
<i>Rana spectabilis</i>	Ls	4	8	12	X	LC		Media
Riqueza de especies		10	8	10				
Abundancia		29	57	86				

REPTILES**Orden Squamata****Lacertilia****Dactyloidae**

<i>Anolis microlepidotus</i>	Am	2	1	3	X	LC	A	Alta
------------------------------	----	---	---	---	---	----	---	------

Gekkonidae

<i>Hemidactylus frenatus</i>	Hf	1		1		LC		
------------------------------	----	---	--	---	--	----	--	--

Iguanidae

<i>Ctenosaura pectinata</i>	Cp	7	2	9	X	LC	A	Alta
-----------------------------	----	---	---	---	---	----	---	------

Phyllodactylidae

<i>Phyllodactylus bordai</i>	Pb		3	3	X	LC	Pr	Media
------------------------------	----	--	---	---	---	----	----	-------

Phrynosomatidae

<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Ub	17	9	26	X	LC		Media
------------------------------	----	----	---	----	---	----	--	-------

<i>Sceloporus horridus</i>	Sh	12	4	16	X	LC		Media
----------------------------	----	----	---	----	---	----	--	-------

<i>Sceloporus jalapae</i>	Sj	1		1	X	LC		Media
---------------------------	----	---	--	---	---	----	--	-------

<i>Phrynosoma taurus</i>	Pt	1	1	2	X	LC	A	Media
--------------------------	----	---	---	---	---	----	---	-------

Teiidae

<i>Aspidoscelis sackii</i>	As	1		1		LC		Alta
----------------------------	----	---	--	---	--	----	--	------

<i>Aspidoscelis deppii</i>	Ad	10	4	14		LC		Baja
----------------------------	----	----	---	----	--	----	--	------

<i>Aspidoscelis costata</i>	Ac		8	8	X	NE	Pr	Media
-----------------------------	----	--	---	---	---	----	----	-------

Ophidia**Colubridae**

<i>Trimorphodon tau</i>	Tt	2		2	X	LC		Media
-------------------------	----	---	--	---	---	----	--	-------

<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Tbi	1	2	3		LC		Baja
--------------------------------	-----	---	---	---	--	----	--	------

<i>Oxybelis aeneus</i>	Oa	5	1	6		LC		Baja
------------------------	----	---	---	---	--	----	--	------

<i>Pseudoleptodeira latifasciata</i>	Pl	3		3	X	LC	Pr	Alta
--------------------------------------	----	---	--	---	---	----	----	------

<i>Pseudoficimia frontalis</i>	Pf		1	1	X	LC		Media
--------------------------------	----	--	---	---	---	----	--	-------

<i>Masticophis mentovarius</i>	Mm	7	2	9		LC	A	Baja
--------------------------------	----	---	---	---	--	----	---	------

<i>Tantilla bocourti</i>	Tb		1	1	X	LC		Baja
--------------------------	----	--	---	---	---	----	--	------

<i>Rhadinaea hesperia</i>	Rh	1		1	X	LC	Pr	Media
---------------------------	----	---	--	---	---	----	----	-------

<i>Sonora michoacanensis</i>	Sm	2	1	3	X	LC		Alta
------------------------------	----	---	---	---	---	----	--	------

<i>Drymarchon melanurus</i>	Dm		1	1		LC		Baja
-----------------------------	----	--	---	---	--	----	--	------

<i>Salvadora mexicana</i>	Sme	2		2	X	LC	Pr	Alta
---------------------------	-----	---	--	---	---	----	----	------

Elapidae

<i>Micruurus laticollaris</i>	MI		1	1	X	LC	Pr	Alta
-------------------------------	----	--	---	---	---	----	----	------

Leptotyphlopidae								
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

<i>Rena maxima</i>	Rm	2	2	2	X	LC		Media
--------------------	----	---	---	---	---	----	--	-------

Orden Testudines**Kinosternidae**

<i>Kinosternon integrum</i>	Ki	1	22	23	X	LC	Pr	Media
-----------------------------	----	---	----	----	---	----	----	-------

Riqueza de especies		19	18	25				
----------------------------	--	-----------	-----------	-----------	--	--	--	--

Abundancia		78	66	144				
-------------------	--	-----------	-----------	------------	--	--	--	--

Número efectivo de especies. No encontramos diferencias significativas en la riqueza de especies (N0), el número de especies comunes (N1) y el número de especies dominantes (N2) en las comunidades de anfibios (Fig. 2a) y de reptiles (Fig. 2b) registrados en la estación seca y la estación de lluvias.

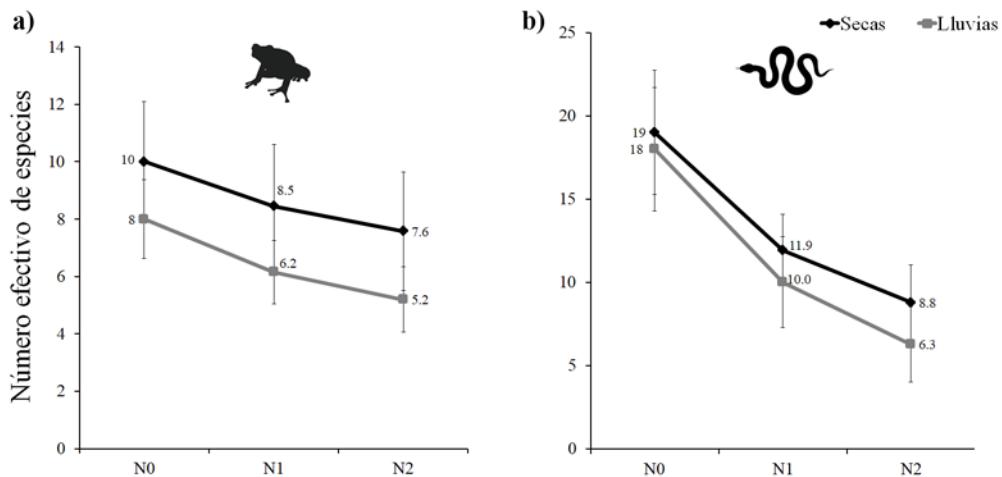


Figura 2. Riqueza de especies (N0), número de especies comunes (N1), y número de especies dominantes (N2) de las comunidades de anfibios (a) y reptiles (b) en dos estaciones climáticas en la selva tropical caducifolia de La Sandía, Acatlán de Osorio, Puebla. Los marcadores y líneas en color negro muestran los valores para la estación de secas, y en color gris para la estación de lluvias. Los marcadores indican los valores observados para cada orden de N, mientras que las barras de error indican los intervalos de confianza al 95%.

Abundancia. La abundancia de anfibios varió significativamente entre estaciones climáticas (Devianza = 9.28, grados de libertad = 1, $p < 0.01$), siendo mayor en la estación de lluvias que en secas (Fig. 3a). La abundancia de reptiles no varió significativamente entre estaciones climáticas (Devianza = 1.01, grados de libertad = 1, $p > 0.05$, Fig. 3b).

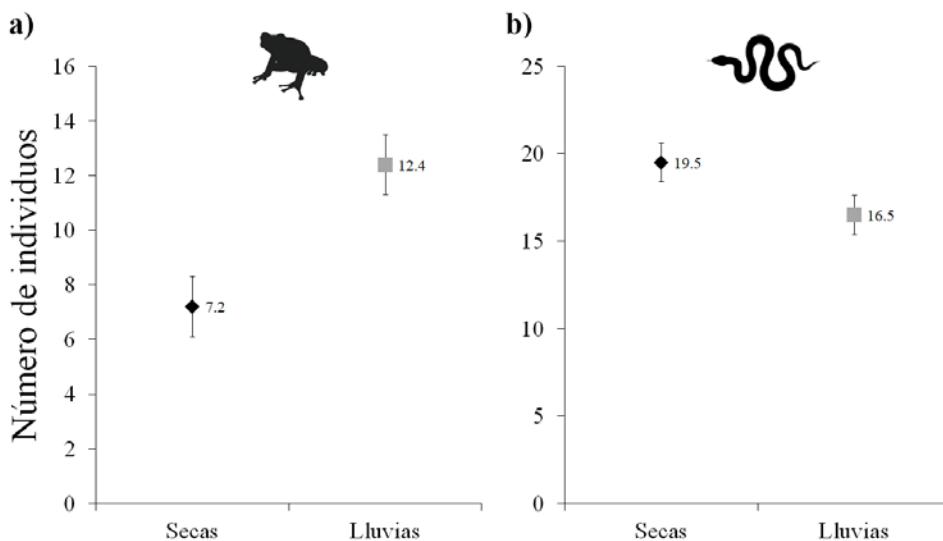


Figura 3. Abundancia de anfibios (a) y reptiles (b) registrada en la estación seca y en la estación de lluvias en la selva tropical caducifolia de La Sandía, Acatlán de Osorio, Puebla. Los marcadores y líneas en color negro muestran los valores para la estación de secas, y en color gris para la estación de lluvias. Para cada estación climática se muestra la media (marcadores) y el error estándar (barras de error).

Equidad y composición de especies. La comunidad de anfibios durante la estación seca presentó una distribución de las abundancias entre las especies más homogénea ($^1_0 \text{RLE} = 0.84$) que durante la estación de lluvias ($^1_0 \text{RLE} = 0.67$). En la estación seca no observamos ninguna especie dominante, pero en la estación de lluvias observamos dos ranas arborícolas dominantes, en primer instancia *Dryophytes arenicolor* (Cope, 1866), seguida por *Agalychnis dacnicolor* (Cope, 1864). La abundancia de estos dos anuros fue escasa en la estación seca. Se registró al sapo *Incilius occidentalis* (Camerano, 1879) y a la rana *Craugastor augusti* (Dugès, 1879) como especies exclusivas en la estación seca. En la estación de lluvias no se registraron especies exclusivas (Fig. 4).

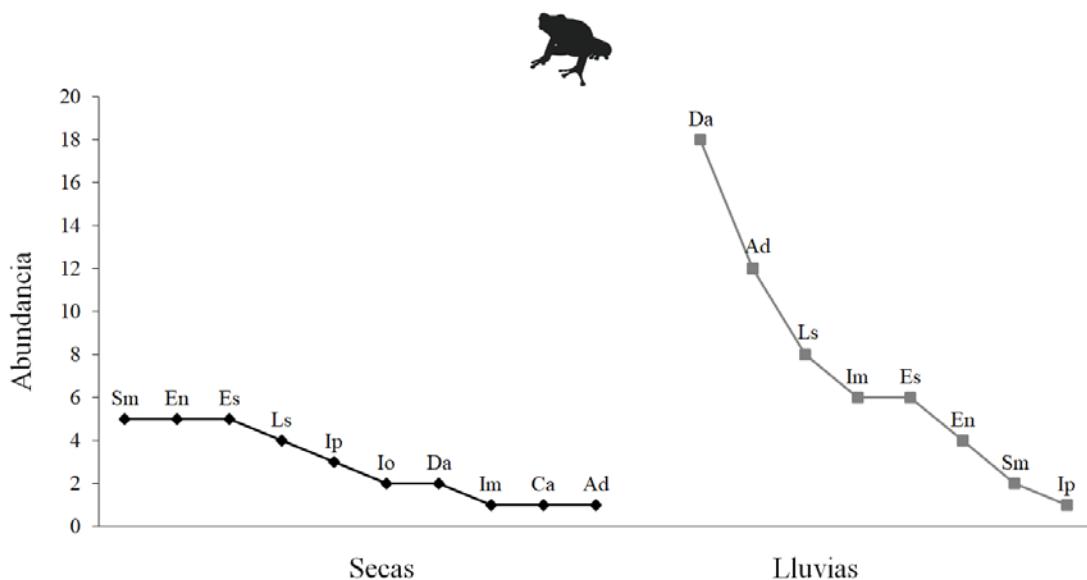


Figura 4. Curvas de rango abundancia de los anfibios registrados en la estación seca y en la estación de lluvias en la selva tropical caducifolia de La Sandía, Acatlán de Osorio, Puebla.

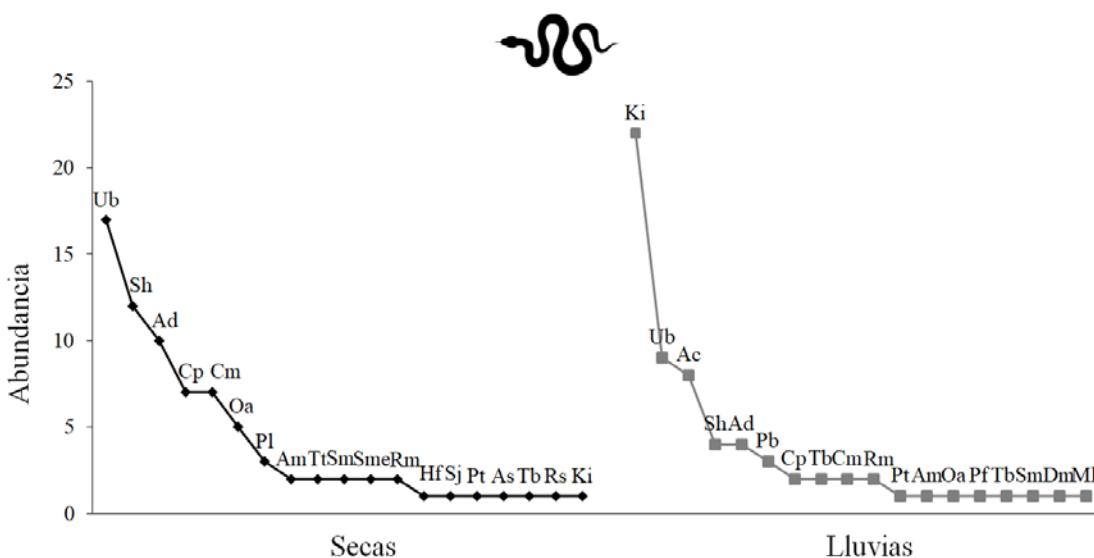


Figura 5. Curvas de rango abundancia de los reptiles registrados en la estación seca y en la estación de lluvias en la selva tropical caducifolia de La Sandía, Acatlán de Osorio, Puebla.

La comunidad de reptiles presentó una distribución heterogénea con respecto a la abundancia en ambas estaciones (Secas I_0 RLE = 0.62; Lluvias I_0 RLE = 0.55). Sin embargo, para cada especie se observaron cambios en la abundancia entre estaciones. En la estación seca observamos la dominancia de las lagartijas *Urosaurus bicarinatus* (Duméril, 1856), *Sceloporus horridus* (Wiegmann, 1834) y *Aspidoscelis deppei* (Wiegmann, 1834). En la estación de lluvias, la especie dominante fue la tortuga *Kinosternon integrum* (Le Conte, 1854). Esta especie de tortuga dulceacuícola sólo fue registrada con un individuo en la estación seca. Ambas estaciones compartieron once especies de reptiles y se encontraron especies únicas para cada estación. Las especies exclusivas en la estación seca fueron *A. sackii* (Wiegmann, 1834), *Hemidactylus frenatus* (Schlegel, 1836), *Pseudoleptodeira latifasciata* (Günther, 1894), *Rena hesperia*, *Salvadora mexicana* (Duméril, Bibron & Duméril, 1854), *Sceloporus jalapae*, y *Trimorphodon tau* (Cope, 1869). Las especies exclusivas en la estación de lluvias fueron *A. costata* (Cope, 1878), *Drymarchon melanurus* (Duméril, Bibron & Duméril, 1854), *Micruurus laticollaris* (Peters, 1869), *Phyllodactylus bordai* (Taylor, 1942), *Pseudoficimia frontalis* (Cope, 1864) y *Tantilla bocourtii* (Fig. 5).

DISCUSIÓN

Este estudio contribuye al conocimiento de la diversidad de los anfibios y reptiles en la Mixteca poblana reportada en otros estudios (Aurioles *et al.*, 2000; Pérez & Feria, 2000; Chacón *et al.*, 2002; Chong & Yanes, 2002; Navarro *et al.*, 2002; Maceda-Cruz, 2005). La herpetofauna de la localidad de La Sandía representa aproximadamente el 55% de las especies documentadas en la Mixteca Poblana (García Vázquez *et al.*, 2006). Asimismo, el 72% de las especies registradas en este estudio son endémicas de México, lo que resalta la importancia de esta localidad y tipo de ecosistema para su conservación. Se identificaron tres especies como nuevos registros para el municipio de Acatlán de Osorio: la lagartija *S. jalapae* y las serpientes *T. bocourtii* y *R. hesperia*. Mientras que las dos primeras ya habían sido registradas en otras localidades de la Mixteca poblana (Vargas Orrego, 2014; López Vivanco, 2015), *R. hesperia* representa el primer registro para la región, aumentando el conocimiento de la distribución y diversidad de especies de herpetofauna a escala regional.

Los resultados de este estudio no revelaron diferencias significativas en la riqueza de especies de la herpetofauna entre las estaciones climáticas. Este hallazgo contrasta con los resultados de otros estudios en la misma región (Aurioles *et al.*, 2002; Maceda-Cruz, 2005; Vargas-Orrego, 2014; López-Vivanco, 2015; Hernández-Ayotla, 2018), así como en áreas con vegetación similar en Guanajuato (Leyte-Manrique *et al.*, 2018), Jalisco (García & Cabrera-Reyes, 2008; Suazo-Ortuño *et al.*, 2011; Peña-Joya *et al.*, 2018), Oaxaca (Rioja-Paradela *et al.*, 2013) e Hidalgo (Vite-Silva *et al.*, 2010; Roth-Monzón *et al.*, 2018). Estos estudios muestran que la riqueza de anfibios y reptiles es mayor durante la estación de lluvias en comparación con la estación seca. Este patrón podría atribuirse a que realizamos un menor número de muestreos en cada estación climática con respecto a otros estudios, por lo que la probabilidad de encontrar especies con un estrecho período de actividad pudo estar limitada. Es necesario que futuros estudios consideren ampliar el período de muestreo, tomando en cuenta que las especies pueden presentar diferentes patrones de actividad relacionados con la amplia gama de condiciones que puede generar cada estación climática en la STC.

Las selvas bajas caducifolias, caracterizadas por su baja precipitación y altas temperaturas imponen un estrés fisiológico en ciertas especies, que puede influir en su actividad reproductiva y en consecuencia pueden verse afectadas sus poblaciones (García & Cabrera-Reyes, 2008; Luría-Manzano, 2012). Los resultados de este estudio sugieren que la abundancia de anuros puede ser más sensible en comparación con la abundancia de los reptiles a las variaciones ambientales

generadas por la estacionalidad de la STC, un hallazgo consistente con estudios previos en la Mixteca poblana (Vargas Orrego, 2014; López Vivanco, 2015). Asimismo, el modelo de distribución de las abundancias de los anfibios varió entre temporadas, resaltando que durante la temporada de secas no se detectó algún patrón de dominancia, contrario a los modelos clásicos que se caracterizan por una distribución sesgada donde hay muchas especies raras y sólo unas pocas especies comunes (Verberk, 2011). Esto podría deberse a la elevada susceptibilidad de las ranas y sapos a los cambios en la disponibilidad de agua (Pough *et al.*, 2007), dado que muchas especies registradas dependen de cuerpos de agua para su reproducción, especialmente aquellas de las familias Hylidae, Ranidae y Bufonidae (Gual Díaz & Rendón Correa, 2014). Además, la exposición directa y prolongada a la radiación solar y la limitada tolerancia a las fluctuaciones de humedad y temperatura atmosférica que supone la estación seca, podrían contribuir a la respuesta encontrada en la comunidad de anuros (Duellman & Trueb, 1994). Anteriormente, se ha reportado que los anfibios dependen de hábitats con un dosel cerrado y suelos cubiertos de hojarasca, como el que puede representar la STC en la estación de lluvias, debido a que estas características de la vegetación proporcionan condiciones de alta humedad atmosférica, temperaturas constantes y disponibilidad de presas (Díaz-García *et al.*, 2020).

En el caso de los reptiles, no detectamos diferencias en la riqueza y abundancia entre estaciones climáticas. Esto puede atribuirse a que los escamosos no experimentan una restricción tan marcada por la humedad y disponibilidad de agua como los anuros (Leyte-Manrique *et al.*, 2019). Además, su mayor tolerancia a las condiciones del hábitat podría derivar de las adaptaciones conductuales y fisiológicas que este grupo ha desarrollado (Pechmann & Wilbur, 1994; García & Cabrera-Reyes, 2008; Jellinek *et al.*, 2014). Por ejemplo, se ha sugerido que en ambientes cálidos los reptiles tienen una mayor capacidad de termorregular que en ambientes fríos (Lara-Reséndiz, 2020). Además, tienen la capacidad de poner huevos protegidos contra la desecación, lo que les proporciona una ventaja en hábitats con temperaturas altas y contrastantes (Zug *et al.*, 2001).

La variación estacional en las condiciones ambientales de La Sandía se vio reflejada principalmente en los cambios en la composición de cada grupo biológico. Por ejemplo, las especies de anfibios más abundantes en la estación de lluvias, *D. arenicolor* y *A. dacnicolor*, presentan una larva acuática de nado libre durante su ciclo de vida, por lo que son altamente dependientes de los cuerpos de agua (Duellman & Trueb, 1994; Canseco-Márquez *et al.*, 2010; Leyte-Manrique *et al.*, 2018), y su detectabilidad aumenta en esta estación (Soto-Sandoval *et al.*, 2017). En la estación de secas registramos una alta abundancia de especies de hábitos generalistas como *Spea multiplicata* y *Eleutherodactylus nitidus*. Asimismo, el sapo *I. occidentalis* fue registrado únicamente en la estación de secas. Esto puede deberse a que las condiciones ambientales que genera la sequía representan un filtro ambiental donde pocas especies se pueden ver favorecidas. En las regiones áridas y semiáridas de Puebla, los adultos de *I. occidentalis* prefieren habitar en los matorrales áridos y semiáridos, y generalmente evitan cuerpos de agua permanentes, además mantienen su actividad hasta noviembre y principios de diciembre, coincidiendo con la estación seca (Santos-Barrera, 2014).

Para los reptiles, la tortuga *K. integrum* fue la especie dominante en lluvias, debido probablemente a que utiliza los cuerpos de agua temporales o permanentes para alimentarse y reproducirse (Macip Ríos *et al.*, 2009), en contraste con la estación seca donde entra en un período de estiaje (Enríquez-Mercado, 2017). La dominancia de la lagartija *Urosaurus bicarinatus* en la estación seca, puede deberse a que esta especie presenta una producción de gametos sexuales en ambos sexos, definida por el incremento del fotoperiodo pero que no se ve afectada por la

temperatura (Ramírez-Bautista & Vitt, 1998). Otras especies en las que reportamos un incremento en sus poblaciones con la sequía, fueron *S. horridus* y *A. deppii*. La temperatura óptima de estas lagartijas oscila entre los 33 y 40 °C (Castro-Franco & Aranda, 1984; Vitt *et al.*, 1993), siendo su termorregulación más eficiente en la estación seca que en la húmeda (Bustos-Zagal *et al.*, 2013). Nuestro estudio demuestra que las diferentes respuestas de la herpetofauna a la estacionalidad de la selva tropical seca en la Sierra Mixteca poblana, pueden ser explicadas por rasgos de historia natural de las especies, que incluyen características morfológicas, fisiológicas y reproductivas. Asimismo, resaltan la importancia de evaluar los diferentes atributos taxonómicos de las comunidades, para identificar patrones de cambio entre estaciones climáticas. Debe considerarse que la conversión de los fragmentos de selva a usos de suelo agrícola o ganadero, es la principal amenaza para la biodiversidad de las selvas tropicales caducifolias de México (Mesa-Sierra *et al.*, 2022). Por tanto, es necesario diseñar e implementar medidas de conservación y manejo adecuadas para preservar los remanentes de STC en el centro de México, debido a que son refugio para las comunidades de anfibios y reptiles con alto porcentaje de endemismo.

AGRADECIMIENTOS. A las personas de la comunidad de La Sandía por otorgar las facilidades y permisos para trabajar en sus terrenos. A todas las personas que ayudaron durante los muestreos. A la Familia Bravo por brindar el hospedaje durante la etapa de campo. A dos revisores anónimos cuyos comentarios ayudaron a mejorar sustancialmente el manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Aguirre-León, G. (2011). Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna, 1(1), 48-65.
<https://doi.org/10.1023/A:1011115921050>
- Androne, F., Vences, M., Randrianirina, J. E. (2001) Patterns of amphibian and reptile diversity at Berara Forest (Sahamalaza Peninsula), NW Madagascar. *Italian Journal of Zoology*, 68 (3), 235–241.
<https://doi.org/10.1080/11250000109356414>
- Aurioles, L. V., Flores, F. L., García, U. O., Hernández, C., Sánchez, J., Solís, D., Tecuapetla, F., Canseco-Márquez, L., Gutiérrez-Mayén, G. (2000) Estudio comparativo de la riqueza y diversidad de la herpetofauna entre zonas perturbadas y no perturbadas en la cabecera municipal de Huehuetlán el Chico, Puebla. Programa y resúmenes de la VI Reunión Nacional de Herpetología, Sociedad Herpetológica Mexicana/Instituto de Historia Natural, Chiapas, México.
- Bustos-Zagal, M. G., Manjarrez, J., Castro-Franco, R. (2013) Uso de microhábitat y termorregulación en *Sceloporus horridus horridus* (Wiegmann, 1939) (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 29, 153–163.
- Canseco-Márquez, L., Gutiérrez-Mayén, G. (2010) *Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán A.C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, 118 pp.
- Carvajal-Cogollo, J. E., Urbina-Cardona, J. N. (2008) Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*, 1, 397–416.

- Castro-Franco, R., Aranda, E. E. (1984) Estudio preliminar sobre la ecología de los reptiles del estado de Morelos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Ceballos, G., Martínez, A. García, L., Espinoza, E., Dirzo, R. (2010) *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 591 pp.
- Chacón, A. A., Guizado, M. A., Maceda, R. J., Palacios, M. G., Reyes, S. R., Gutiérrez-Mayén, G. (2002) Diversidad herpetofaunística de la localidad de Tlauzingo, municipio de Teotlalco, Puebla. Programa y resúmenes de la VII Reunión Nacional de Herpetología, Sociedad Herpetológica Mexicana, Universidad de Guanajuato.
- Chong-Alcázar, L. E., Yanes, G. (2002) Contribución al conocimiento de la herpetofauna del municipio de Jolalpan, Puebla. Programa y resúmenes de la VII Reunión Nacional de Herpetología, Sociedad Herpetológica Mexicana, Universidad de Guanajuato.
- Cortes-Gómez, A. M., Ruiz-Agudelo, C. A., Valencia-Aguilar, A., Ladle, R. J. (2015) Ecological functions of Neotropical amphibians and reptiles: a review. *Universitas Scientiarum*, 20 (2), 229–245.
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC20-2.efna>
- Cultid-Medina, C., Escobar, F. (2019) Pautas para la estimación y comparación estadística de la diversidad biológica (qD). Pp. 179–206. En: Moreno CE (Ed.) *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/ Libermex, Ciudad de México.
- Díaz-García, J. M., López-Barrera, F., Toledo-Aceves, T., Andresen, E., Pineda, E. (2020) Does forest restoration assist the recovery of threatened species? A study of cloud forest amphibian communities. *Biological Conservation*, 242, 108400.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108400>
- Duellman, W. E., Thomas, R. (1996) Anuran amphibians from seasonally dry forest in southeastern Peru and comparisons of the anuran among sites in the upper Amazon Basin. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, the University of Kansas*, 180, 1–34.
- Duellman, W. E., Trueb, L. (1994). Biology of amphibians. JHU press.
- Enríquez-Mercado, I. (2017) Ecología poblacional de *Kinostenon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* en el estado de Michoacán. Tesis de licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (2001) COFO-2000/INFS-Global forest resources assessment 2000. Forestry Paper 140. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- García Vázquez, U. O., Canseco Márquez, L., Maceda-Cruz, J., Aguilar López, J. L., Hernández-Jiménez, C. A., Gutiérrez- Mayén, M. G., Melgarejo Vélez, E. Y. (2006) Análisis de la distribución de la herpetofauna en la Región Mixteca de Puebla, México. *Sociedad Herpetológica Mexicana, Publicaciones Especiales*, 3, 152–169.
- García, A. (2003) Biogeography, ecology and conservation of tropical dry forest herpetofauna in Western Mexico. Tesis doctoral. University of New Mexico. Albuquerque, NM., USA.
- García, A., Cabrera-Reyes, A. (2008) Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 24 (3), 91–115.
- García, E. (1988) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). Instituto de Geografía, UNAM. México.

- Gibbons, J. W., Scott, D. E., Ryan, T. J., Buhlmann, K. A., Tuberville, T. D., Metts, B., Greene, J. L., Mills, T. M., Leiden, Y., Poppy, S. M., Winne, C. T. (2000) The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *BioScience*, 50, 653–666.
[https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0653:TGDORD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0653:TGDORD]2.0.CO;2)
- Gual-Díaz, M., Rendón Correa, A. (2014) *Bosque mesófilo de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 352 pp.
- Guízar-Nolazco, E., Granados-Sánchez, D., Castañeda-Mendoza, A. (2010) Flora y vegetación en la porción sur de la Mixteca Poblana. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 16 (2), 95–118.
- Hernández-Ayotla, I. L. (2018) Diversidad del ensamble de anfibios y reptiles en la Mixteca Baja Poblana. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.
- Holdridge, L. R. (1967) *Life zone ecology*. Tropical Science Center, San José, Costa Rica. 149 pp.
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., Chao, A. (2016) iNEXT: An R package for interpolation and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7, 1451–1456.
<https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- International Union for Conservation of Nature [IUCN] (2024) The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-2.
Disponible en: <https://www.iucnredlist.org>. (consultado 01 enero 2025).
- Jellinek, S., Parris, K. M., McCarthy, M. A., Wintle, B. A., Driscoll, D. A. (2014). Reptiles in restored agricultural landscapes: the value of linear strips, patches and habitat condition. *Animal Conservation*, 17(6), 544–554.
<https://doi.org/10.1111/acv.12121>
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363–375.
<https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Keinath, D. A., Doak, D. F., Hodges, K. E., Prugh, L. R., Fagan, W., Sekercioglu, C. H., Buchart, S. H. M., Kauffman, M. (2016) A global analysis of traits predicting species sensitivity to habitat fragmentation. *Global Ecology and Biogeography*, 26, 115–127.
<https://doi.org/10.1111/geb.12509>
- Lara-Reséndiz, A. R. (2020) ¿Qué implicaciones eco fisiológicas tiene la actividad nocturna en reptiles diurnos? Una revisión. *Acta Biológica Colombiana*, 25 (2), 314–326.
<https://doi.org/10.15446/abc.v25n2.78511>
- Leyte-Manrique, A., Buelna-Chontal, A. A., Torres-Díaz, M. A., Berriozabal-Islas, C., Maciel-Mata, C. A. (2019) A comparison of amphibian and reptile diversity between disturbed and undisturbed environments of Salvatierra, Guanajuato, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 12.
<https://doi.org/10.1177/1940082919829992>
- Leyte-Manrique, A., González-García, R. L. E., Quintero-Díaz, G. E., Alejo-Iturvide, F., Berriozabal-Islas, C. (2018) Aspectos ecológicos de una comunidad de anuros en un ambiente tropical estacional en Guanajuato, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 34, e3412138.
- Leyte-Manrique, A., Morales-Cadena, 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, 150–155.
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.002>
- López-Téllez, M. C., Mandujano, S., Yáñez, G. (2007). Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. *Acta zoológica mexicana*, 23(3), 1–16.

- López-Vivanco, R. (2015) Comunidades herpetofaunística de la UMA de los bienes comunales de San Mateo Mimiapan, Zacapala, Puebla. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.
- Luría-Manzano, R. (2012) Ecología trófica del ensamble de anuros riparios de San Sebastián Tlacotepec, Sierra Negra de Puebla, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
- Maceda-Cruz, R. J. (2005) Herpetofauna de San Juan de los Ríos, Municipio de Chiautla de Tapia, Puebla. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Macip-Ríos, R., Arias Cisneros, M. L., Aguilar Miguel, X. S., Casas-Andreu, G. (2009) Population ecology and reproduction of the Mexican mud turtle (*Kinosternon integrum*) in Tonatico, Estado de México. *Western North American Naturalist*, 69, 501–510.
<https://doi.org/10.3398/064.069.0410>
- Mandujano, S., Gallina. S. (1995) Disponibilidad de agua para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de México. *Vida Silvestre Neotropical*, 4, 107–118.
- Marques, O. A. V., Etereovic, A., Endo, W. (2001) Seasonal activity of snakes in the Atlantic forest of southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 22, 103–111.
<https://doi.org/10.1163/156853801750096213>
- Martínez-Espinosa, B. (2013) Programa de investigación e intervención para el desarrollo económico de los municipios de Axutla, Chiautla y Piaxtla a través del impulso y fortalecimiento al sector turismo. Universidad Iberoamericana, Puebla, México.
- Mesa-Sierra, N., de la Peña-Domene, M., Campo, J., Giardina, C. P. (2022) Restoring Mexican tropical dry forests: A national review. *Sustainability* 14, 3937.
<https://doi.org/10.3390/su14073937>
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1249–1261.
- Navarro-López, L. R., Guerra Benítez, M. F., Chong-Alcázar, L. E. (2002) Estudio preliminar de la Herpetofauna de una localidad de la Mixteca Poblana. Programa y resúmenes de la VII Reunión Nacional de Herpetología, Sociedad Herpetológica Mexicana, Universidad de Guanajuato.
- Oliver-López, L., Woolrich Piña, G.vA., Lemos Espinal, J. L. (2009) La familia Bufonidae en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 139 pp.
- Paternina, R. F. (2016) Estrategia de termorregulación y riesgo de extinción de *Atractus crassicaudatus* (Squamata: Dipsadidae) asociado al calentamiento global. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia.
- Pechmann, J. H., Wilbur, H. M. (1994). Putting declining amphibian populations in perspective: natural fluctuations and human impacts. *Herpetologica*, 65–84.
- Peña-Joya, K. E., Téllez-López, J., Rodríguez-Zaragoza, F. A., Rodríguez-Troncoso, A. P., Quijas, S., Cupul-Magaña, F. G. (2018) Diversidad taxonómica de lagartijas (Squamata: Lacertilia) asociada a cuatro tipos de vegetación de la sierra El Cuale, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 34, 1–12.
<https://doi.org/10.21829/azm.2018.341212>
- Pérez, M. A., Feria, M. (2000) Listado preliminar de la herpetofauna del municipio de Chiautla, Puebla. Programa y resúmenes de la VI Reunión Nacional de Herpetología, Sociedad Herpetológica Mexicana, Instituto de Historia Natural, Chiapas, México.

- Pough, F. H. (2007) Amphibians biology and husbandry. *Laboratory Animal Research Journal*, 48 (3), 203–213.
<https://doi.org/10.1093/ilar.48.3.203>
- Pyron, R. A. (2018) Global amphibian declines have winners and losers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115, 3739–3741.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1803477115>
- R Core Team (2017) A Language and Environment for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.
- Ramírez-Bautista, A., Vitt, L. J. (1998) Reproductive biology of *Urosaurus bicarinatus* (Sauria: Phrynosomatidae) from a tropical dry forest of Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 43 (3), 381–390.
- Rioja-Paradela, T., Carrillo-Reyes, A., Castañeda, G., López, S. (2013) Diversidad herpetofaunística al norte de la laguna Inferior, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 29, 574–595.
<https://doi.org/10.21829/azm.2013.2931599>
- Rojas-Martínez, C., Flores-Olvera, H. (2019) Florística de la sierra El Pelado, Acatlán, Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90, e902694.
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2694>
- Roth-Monzón, A. J., Mendoza-Hernández, A. A., Flores-Villela, O. (2018) Amphibian and reptile biodiversity in the semi-arid region of the municipality of Nopala de Villagrán, Hidalgo, Mexico. *PeerJ*, 6, e4202.
<https://doi.org/10.7717/peerj.4202>
- Rzedowski, J. (2006) *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- Santos-Barrera, G. (2014) Geographic variation in *Incilius occidentalis* (Anura: Bufonidae), an endemic toad from Mexico, with a redescription of the species and delimitation of the type locality. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85 (2), 414–428.
<https://doi.org/10.7550/rmb.42015>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] (2010) Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
Disponible en: <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-059-semarnat-2010> (consultado 01 enero 2025).
- Soto-Sandoval, Y., Suazo-Ortuño, I., Urbina-Cardona, N., Marroquín-Páramo, J., Alvarado-Díaz, J. (2017) Efecto de los estadios sucesionales del bosque tropical seco sobre el microhabitat usado por *Agalychnis dacnicolor* (Anura: Phyllomedusidae) y *Smilisca fodiens* (Anura: Hylidae). *Revista de Biología Tropical*, 65, 777–798.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v65i2.24706>
- Suazo-Ortuño, I., Alvarado-Díaz, J., Martínez-Ramos, M. (2011) Riparian areas and conservation of herpetofauna in a tropical dry forest in western Mexico. *Biotropica*, 43 (2), 237–245.
<https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00677.x>
- Trejo, I. (1999) El clima de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas*, 39, 40–52.

- Vargas-Orrego, M. E. (2014) Diversidad y abundancia de anfibios y reptiles en zonas conservadas y perturbadas en el municipio de Santa Inés Ahuatepec, Puebla. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Verberk, W. C. E. P. (2011) Explaining general patterns in species abundance and distributions. *Nature Education Knowledge*, 10, 38.
- Vite-Silva, V. D., Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U. (2010) Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 473–485.
- Vitt, L. J., Caldwell, J. P. (2013). Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles (4th ed.). Academic press.
- Vitt, L. J., Zani, P. A., Caldwell, J. P., Durtsche, R. D. (1993) Ecology of the whiptail lizard *Cnemidophorus deppii* on a tropical beach. *Canadian Journal of Zoology*, 71 (12), 2391–2400.
<https://doi.org/10.1139/z93-334>
- Wells, K. D. (2007) *The Ecology and Behavior of Amphibians*. University of Chicago, Chicago, USA, 1400 pp.
- Wilson, L. D., Johnson, J. D., Mata-Silva, V. (2013a) A conservation reassessment of the amphibians of Mexico based on the EVS measure. Special Mexico Issue. *Amphibian & Reptile Conservation*, 7 (1), 97–127.
- Wilson, L. D., Mata-Silva, V., Johnson, J. D. (2013b) A conservation reassessment of the reptiles of Mexico based on the EVS measure. Special Mexico Issue. *Amphibian & Reptile Conservation*, 7 (1), 1–47.
- Zepeda Gómez, C., Burrola Aguilar, C., White Olascoaga, L., Rodríguez Soto, C. (2017). Especies leñosas útiles de la selva baja caducifolia en la Sierra de Nanchititla, México. *Madera y bosques*, 23(3), 101–119. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2331426>
- Zug, G. R., Vitt, L. J., Caldwell, J. P. (2001) *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Academic Press, USA. 630 pp.