

DIVERSIDAD DE ANFIBIOS DE LA LOCALIDAD DE CAXUXUMAN, ZOZOCOLCO DE HIDALGO, VERACRUZ, MÉXICO

AMPHIBIAN DIVERSITY AT THE LOCALITY OF CAXUXUMAN, ZOZOCOLCO DE HIDALGO, VERACRUZ, MEXICO

Sandra Fabiola Arias Balderas¹ & Ana Karen Nava-Salazar^{1*}

¹Museo de las Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Iztacala Av. de los Barrios No. 1 Col. Los Reyes Iztacala, C.P. 54090. Tlalnepantla, Estado de México, México.

*Correspondence: karennava3000@gmail.com

Received: 2024-10-28. Accepted: 2024-12-26. Published: 2025-05-21.

Editor: Mauricio Ocampo Ballivian, Bolivia.

Abstract.— Mexico is in fifth place worldwide with 435 species of amphibians, of which 70.6 % are endemic to the country. Within Mexico, Veracruz has the second highest biodiversity after Oaxaca, hosting 122 species of amphibians. A sampling was performed in the locality of Caxuxuman in the municipality of Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, located at 210 m .s.l. We recorded 127 amphibians, comprising 12 species, of which five were found in some category of the NOM-059-SEMARNAT-2010 and 11 in the IUCN Red List. Only three species are endemic to the country, and the resulting amphibian diversity according to Hill numbers was moderate, equilibrated and well distributed regarding the structure of the community.

Keywords.— Amphibians, diversity, Hill numbers.

Resumen.— México se encuentra en el quinto lugar a nivel mundial con 435 especies de anfibios de los cuales el 70.6 % son endémicos del país, mientras que Veracruz es el segundo estado a nivel nacional con la mayor biodiversidad nacional después de Oaxaca, albergando 122 especies de anfibios. Se realizaron muestreos de enero a septiembre de 2023 en la localidad de Caxuxuman en el municipio de Zozocolco de Hidalgo, Veracruz ubicado a 210 m s.n.m. donde se obtuvieron 127 registros con una riqueza de 12 especies, de las cuales cinco se encontraron en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 11 en la Lista Roja de la UICN; tan sólo tres especies son endémicas del país y la diversidad de anfibios resultante de acuerdo a los números de Hill, la diversidad fue moderada, equilibrada y bien distribuida en cuanto a la estructura de la comunidad.

Palabras clave.— Anfibios, diversidad, números de Hill.

INTRODUCCIÓN

Veracruz es el segundo Estado a nivel nacional en riqueza de anfibios, con 122 especies, seguido de Oaxaca con 164 especies (Ramírez-Bautista et al., 2023). Presenta una alta biodiversidad debido a la convergencia entre dos regiones biogeográficas importantes, la Neártica y la Neotropical. Tiene un gran gradiente altitudinal, que va desde los 0 a los 5,000 m.s.n.m., dando como resultado una amplia variedad de condiciones ambientales en las que las especies pueden vivir (CONABIO, 2011; CONABIO, 2021).

Los anfibios son vertebrados caracterizados por su piel altamente vascularizada que les permite el intercambio de gases y por tener un ciclo de vida que puede transcurrir de medio

acuático a terrestre o sólo terrestre con gran humedad ambiental. Este grupo de vertebrados suelen estar representados en nuestra cultura (literatura, joyería, arte, fotografía) y asociarse con magia, sabiduría y vida eterna (Parra-Olea et al., 2014; Hernández, 2022). Sin embargo, a menudo se olvida que son también grandes bioindicadores y brindan servicios ecosistémicos tales como la regulación de plagas al consumir mosquitos que pueden ser vectores de enfermedades para el ser humano, la transmisión de nutrientes de medios acuáticos a terrestres, y su aprovechamiento en la gastronomía. No obstante, sus poblaciones se encuentran en declive y altamente amenazadas debido a factores antropogénicos como la fragmentación del hábitat, sobreexplotación de recursos, introducción de especies

invasoras, descontrol de permisos para colecta científica, crecimiento demográfico, contaminación ambiental, ganadería, carreteras, comercio ilegal y propagación de enfermedades como la quitridiomycosis originada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, entre otros (Young et al., 2004; Cruz-Elizalde et al., 2017; Torres-Hernández, 2021).

Flores-Villela (2024) realizó una base de datos alojada por la CONABIO sobre la herpetofauna de Veracruz con la finalidad de estudiar la distribución de las especies de anfibios y reptiles en el Estado, sin embargo, siguen existiendo vacíos de información sobre las especies de algunos municipios o localidades dentro de dicha base, pues de acuerdo con ésta, tan sólo hay registro para 92 de los 212 municipios que conforman al Estado. Este trabajo representa el primer listado de anfibios para la localidad de Caxuxuman.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

La localidad de Caxuxuman se encuentra a 3.8 km E de Zozocolco de Hidalgo (20° 8' 56.0004" N, 97° 32' 28.9998" W, Fig. 1) a una altitud de 210 m s.n.m. El municipio se localiza dentro de las provincias fisiográficas Sierra Madre Oriental y Llanura Costera del Golfo, limita al Norte con el municipio de Coxquihui y al Este con el municipio de Espinal. El clima es semicálido húmedo con

lluvias todo el año y cálido húmedo con lluvias todo el año; su rango de temperatura es de 20 – 26 °C, el rango de precipitación anual es de 2,400 a 3,600 mm y cuenta con una vegetación de bosque subtropical perennifolio (INEGI, 2010; SEFIPLAN, 2023).

Trabajo de campo

Se realizaron muestreos con dos personas de enero a septiembre de 2023 con una duración de cuatro días cada mes, en un horario de 8:00 a 13:00 h y 19:00 a 00:00 h, completando un esfuerzo de muestreo de 720 horas hombre en total. La técnica utilizada fue búsqueda libre y sin restricciones empleada por Angulo et al. (2006), examinando de manera minuciosa los microhábitats que se encontraran a lo largo de los senderos en donde se pudiera encontrar anfibiofauna: debajo de troncos, rocas, entre hojarasca, cerca de cuerpos de agua y sobre o debajo de plantas. A todos los organismos capturados se tomaron medidas morfométricas, así como fotografías para su posterior identificación en gabinete de aquellas que se tenían dudas en la identificación en campo. Se registró la fecha de captura, latitud, longitud, altitud y microhábitat en donde se encontraba cada individuo.

Diversidad y riqueza de especies

Se calcularon los tres órdenes de números de Hill para analizar la diversidad de la zona de estudio de manera integrativa basado en lo expuesto por Jost (2006), donde los órdenes se relacionan con la sensibilidad a especies raras y comunes, siendo $q = 0$

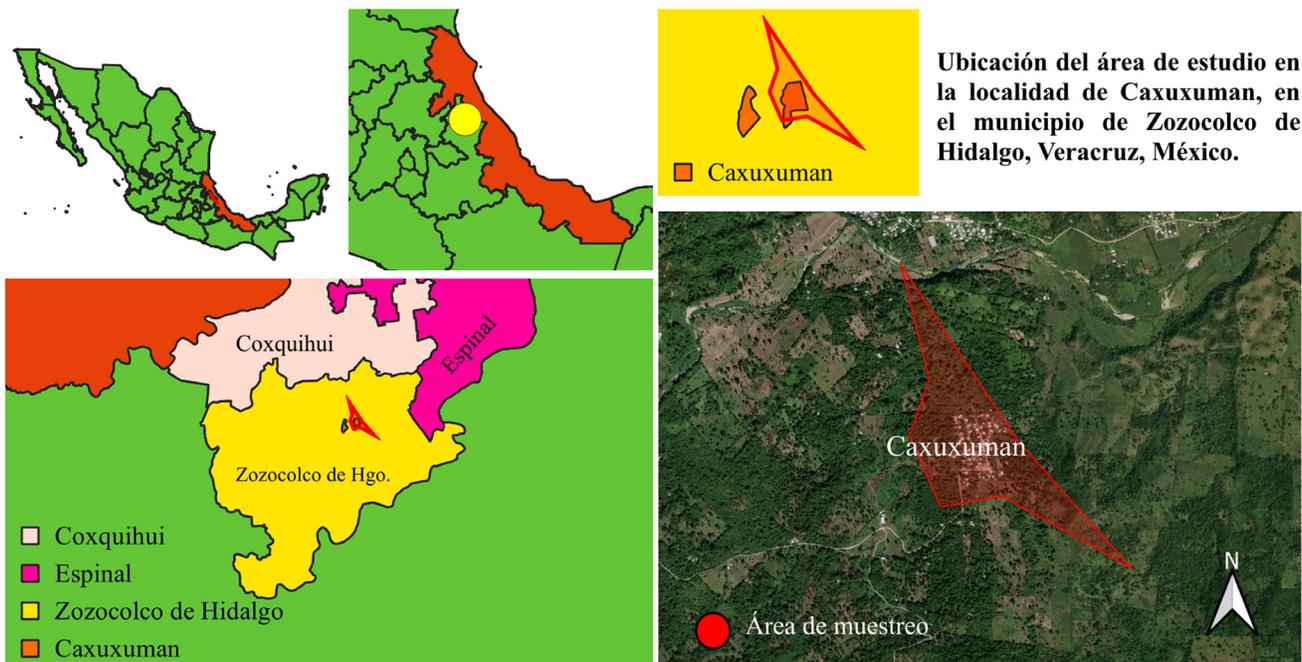


Figure 1. Location map of the study area in the locality of Caxuxuman, in the municipality of Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México.

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio realizado en la localidad de Caxuxuman, en el municipio de Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México.

la riqueza de especies, $q = 1$ las especies más comunes y $q = 2$ las especies dominantes o muy abundantes de acuerdo con la riqueza específica y abundancia de las especies registradas. El procesamiento de datos se realizó con el software iNext Online (Chao et al., 2016).

Cobertura y eficiencia de muestreo

Para determinar la eficiencia del muestreo con base al número de especies registradas y la abundancia total de individuos, se procesaron los datos en el programa iNext Online (Chao et al., 2016) con un intervalo de confianza de 95 % y se elaboró una curva de completitud (Fig.2) para mostrar la cobertura de muestreo (SC), mientras que el porcentaje de las especies esperadas respecto a las observadas se obtuvo con el estimador no paramétrico de Chao1, procesado con el software EstimateS 9.1 (Colwell, 2009).

Estatus de Conservación y Endemismos

Se identificaron los estados de conservación y endemismo de cada una de las especies de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) y la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2012).

RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 127 individuos en la localidad de Caxuxuman, distribuidos en dos órdenes, ocho familias y 12 especies, de las cuales dos pertenecen a Bufonidae, una a Leptodactylidae, una a Eleutherodactylidae, dos a Ranidae, tres a Hylidae y una para Centrolenidae, Microhylidae y Plethodontidae. Las especies con mayor número de individuos registrados son: *Incilius nebulifer* con 50 individuos, *Rhinella horribilis* y *Leptodactylus melanonotus* con 15 individuos (Tabla 1).

La familia con el mayor porcentaje de especies es Hylidae (*Smilisca baudinii*, *Rheohyla miotympanum* y *Scinax staufferi*), mientras que Bufonidae y Ranidae representan el 17 % de las especies totales, y el resto de las familias representan tan sólo un 9 % u 8 % del total (Fig. 4). Además, los tres microhábitats más explotados por los anfibios fueron entre hojarasca, sobre roca, cerca de cuerpo de agua y sobre sustrato.

De acuerdo con los órdenes de números de Hill calculados, se obtuvo un total de 12 especies observadas (q_0), de las cuales tan sólo siete especies son consideradas efectivas en términos

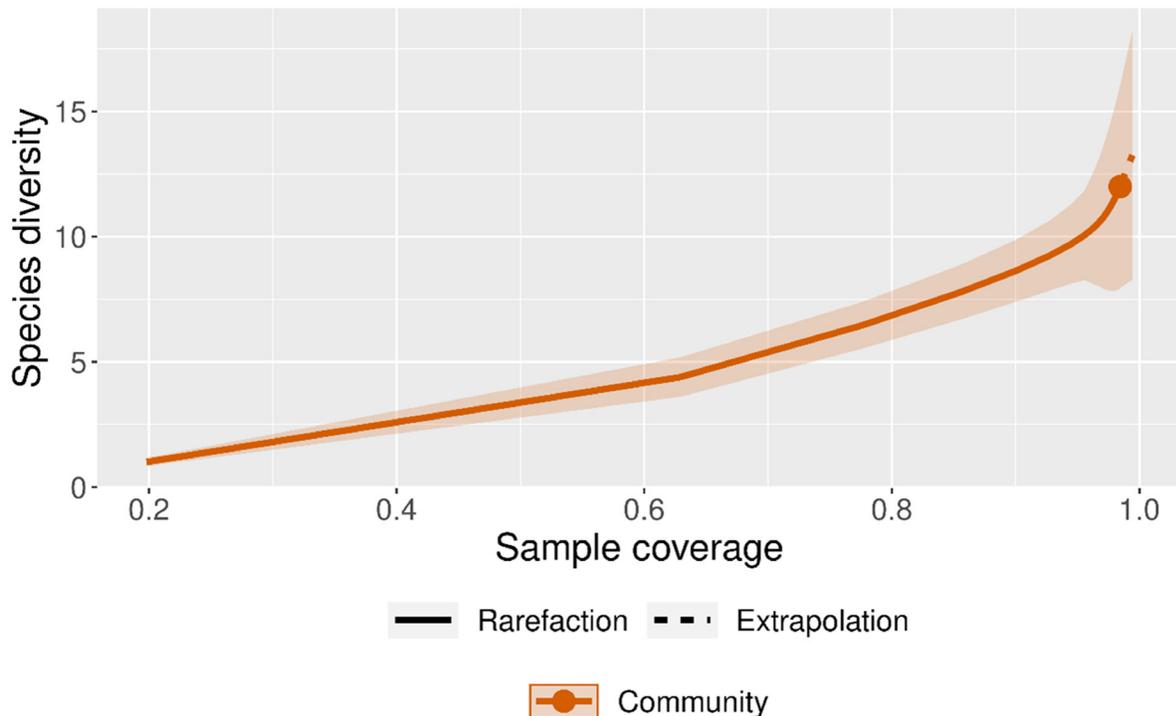


Figure 2. Coverage-based rarefaction and extrapolation sampling curve.

Figura 2. Curva de muestreo de rarefacción y extrapolación basada en la cobertura.

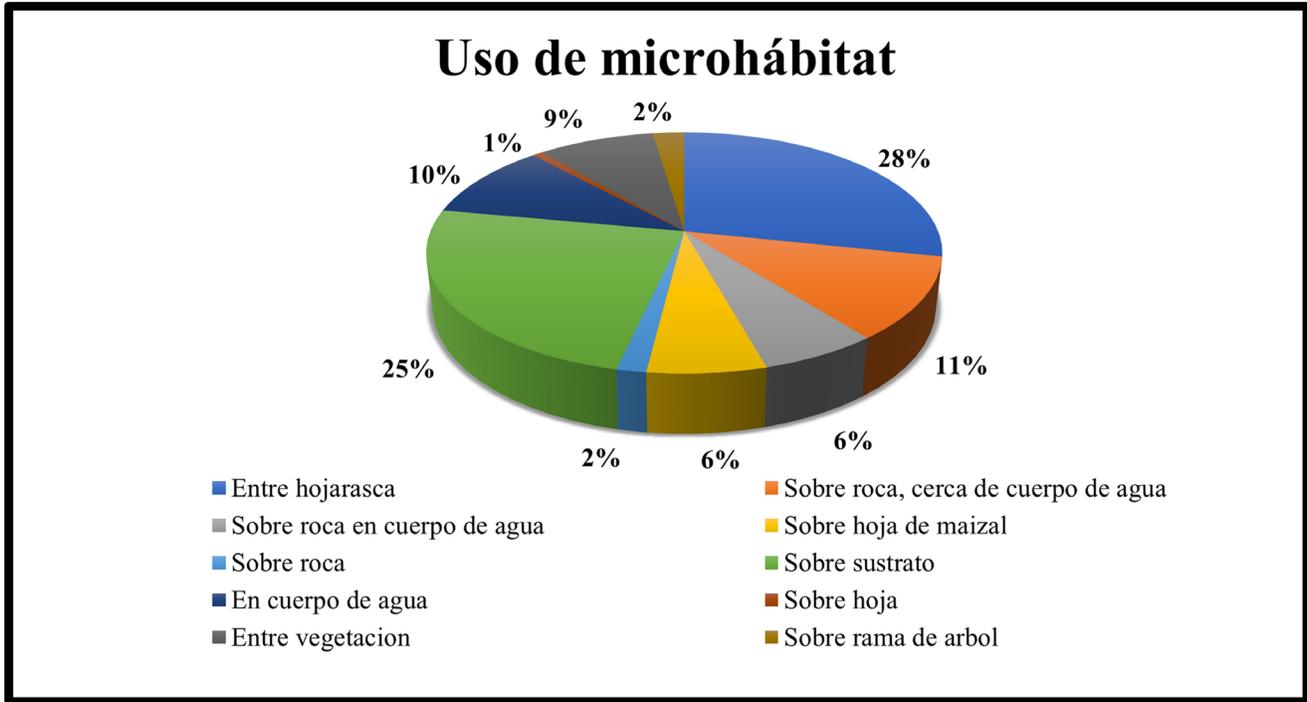


Figure 3. Microhabitat use by the amphibian community recorded during fieldwork in the locality of Caxuxuman, in the municipality of Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México.
Figura 3. Uso de microhábitats de especies registradas durante el trabajo de campo en la localidad de Caxuxuman, en el municipio de Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México.

Table 1. List of amphibian species recorded in the locality of Caxuxuman, in the municipality of Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México. The list arrangement is based on the phylogenetic tree (by family) published by AmphibiaWeb and nomenclature based in Frost and the AMNH (American Museum of Natural History) (Access: October 2024).

Tabla 1. Listado de las especies de anfibios registradas en la localidad de Caxuxuman, en la localidad de Caxuxuman, en el municipio de Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México. A y nomenclatura basada en Frost y el Museo Americano de Historia Natural (Acceso: Octubre 2024).

Orden	Familia	Especie	Abundancia
Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa platyductyla</i>	1
Anura	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	6
		<i>Rheohyla miotympanum</i>	10
		<i>Scinax staufferi</i>	3
		<i>Incilius nebulifer</i>	50
	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	15
		<i>Leptodactylus melanonotus</i>	15
	Centrolenidae	<i>Hyalinobatrachium viridissimum</i>	1
	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus cystignathoides</i>	9
	Microhylidae	<i>Gastrophryne elegans</i>	2
	Ranidae	<i>Rana berlandieri</i>	8
		<i>Rana catesbeiana</i>	7

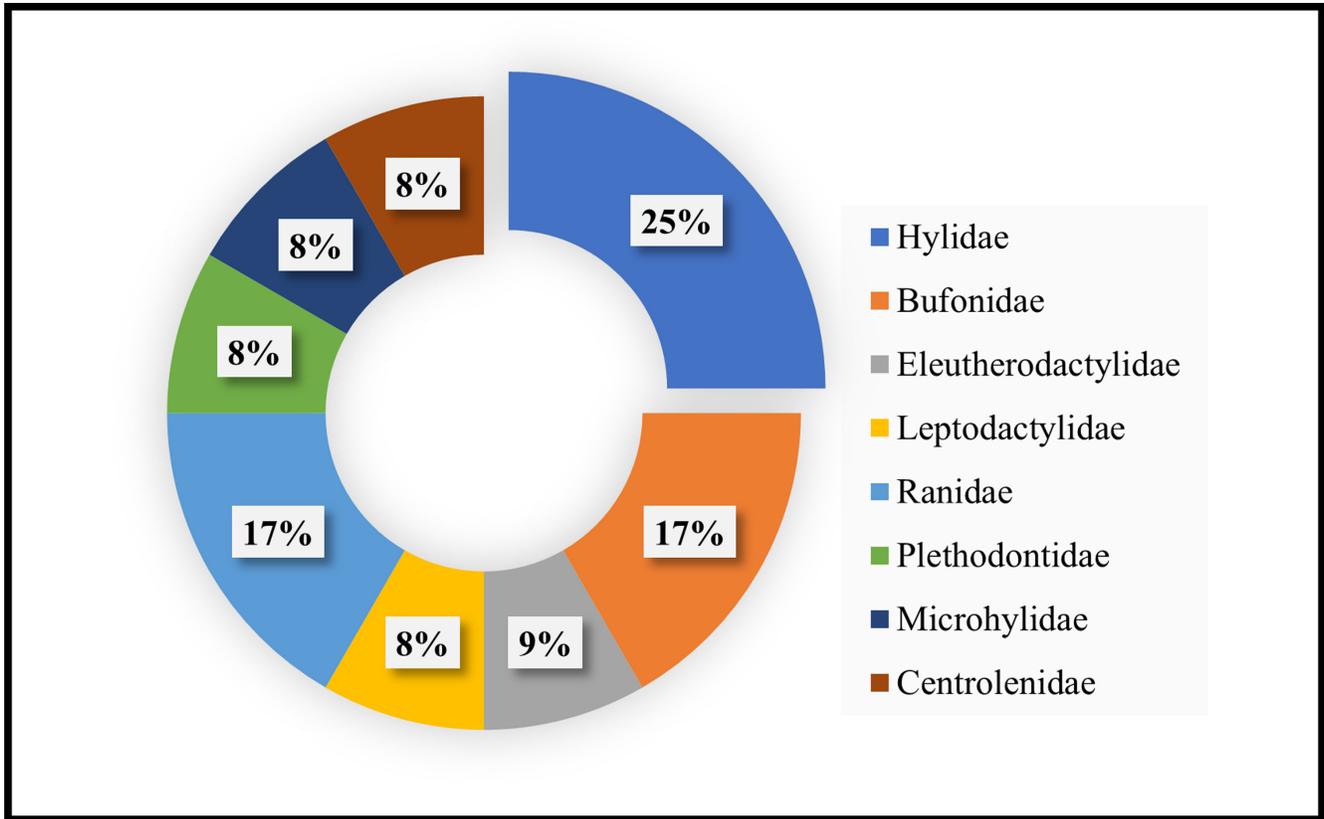


Figure 4. Composition of families recorded during fieldwork in the locality of Caxuxuman, in the municipality of Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México.

Figura 4. Composición de familias registradas durante el trabajo de campo en la localidad de Caxuxuman, en el municipio de Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México.

de especies comunes (q_1), y sólo cinco especies son consideradas como dominantes (q_2).

Respecto a la extrapolación de datos y la curva de completitud, se obtuvo que el porcentaje de especies representadas con respecto a las esperadas fue del 90.5%. La cobertura de muestreo basada en el tamaño de la muestra ($n = 12$) fue de 0.98, y el valor de Chao 1 (12.49) indica que se observaron el 96.07% de las especies esperadas, por lo que la mayoría de las especies fueron observadas y la comunidad fue completamente muestreada, pero si el esfuerzo de muestreo hubiera aumentado, se habría encontrado posiblemente una especie adicional. (Roswell, 2021).

De las 12 especies registradas, tres son endémicas de México, cinco se encuentran Sujetas a Protección Especial (Pr) según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y once se encuentran categorizadas como Preocupación Menor (LC) según la UICN (2012) (Tabla 3).

DISCUSIÓN

A diferencia de la diversidad reportada por Amaya (2011) en la localidad de Tancoco, Veracruz, en este trabajo se reportan un mayor número de especies de anfibios incluso con vegetación, clima y precipitación similares. De acuerdo con la riqueza obtenida a través del cálculo de los tres órdenes de q , la comunidad cuenta con siete especies efectivas distribuidas de manera homogénea con relación al valor obtenido en qD con orden 1, esto es, la diversidad en la zona de estudio es moderada-alta a comparación de la localidad de Tancoco. Lo anterior puede relacionarse a distintos factores ambientales y antropogénicos como lo es el cambio climático progresivo, una falta de esfuerzo en el muestreo o la dificultad para poder acceder a zonas conservadas. Respecto a la abundancia absoluta resultante, *R. horribilis* e *I. nebulifer* fueron especies con el mayor número de registros en sus individuos, tanto en temporada de lluvias como en temporada de secas, debido a la adaptabilidad de las especies a los cambios de temperatura, humedad y condiciones para llevar a cabo la reproducción, permitiendo que el desarrollo de

Table 2. Endemism to the country and risk categories of the recorded species in the study zone, in the locality of Caxuxuman, in the municipality of Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México. Pr corresponds to the category of Subject to Special Protection and LC to Least Concern.

Tabla 2. Endemismo al país y categorías de riesgo de las especies registradas en el área de estudio en la localidad de Caxuxuman, en el municipio de Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México. Pr corresponde a la categoría "Sujeta a Protección Especial" y LC a Preocupación menor.

Especie	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
<i>Incilius nebulifer</i>	No endémica	x	LC
<i>Rhinella horribilis</i>	No endémica	x	x
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	No endémica	x	LC
<i>Eleutherodactylus cystignathoides</i>	Endémica	x	LC
<i>Rana berlandieri</i>	No endémica	Pr	LC
<i>Rana catesbeiana</i>	No endémica	x	LC
<i>Smilisca baudinii</i>	No endémica	x	LC
<i>Rheohyla miotympanum</i>	Endémica	x	LC
<i>Scinax staufferi</i>	No endémica	Pr	LC
<i>Hyalinobatrachium viridissimum</i>	No endémica	Pr	LC
<i>Gastrophryne elegans</i>	No endémica	Pr	LC
<i>Bolitoglossa platydactyla</i>	Endémica	Pr	LC

esta especie sea más probable a concluirse que la de aquellas con un desarrollo directo como las del género *Eleutherodactylus*, las cuales se encuentran aún más expuestas al hongo quitridio (Páez-Rosales & Ron, 2022; Luedtke et al., 2023).

Por otra parte, el hecho de que *R. horribilis* haya tenido menor registro de individuos que *I. nebulifer*, podría ser indicador de que las poblaciones de las que se alimenta han disminuido debido al alto porcentaje de ganadería y pastizal en la zona, o un declive de la población a manos del hombre, ya que esta especie se ve amenazada por creerse una especie que al tocarla explota, o bien, puede sacar verrugas en las manos al contacto con ella, y, por ende, se les ataca llevándolas a la muerte (Gamboa & Sigala-Rodríguez, 2020). Además, el fenómeno meteorológico El Niño, presente de junio a diciembre de 2023 según Naciones Unidas (2023), pudo haber contribuido a un bajo número de registros de las especies mencionadas, ocasionado por la escasez de lluvia y aumento de las temperaturas, provocando posiblemente un cambio en la dinámica poblacional de los anfibios en cuanto a su natalidad, mortandad, puesta de huevos, encuentros reproductivos, entre otros (ECOSUR, 2023).

Tres de las doce especies fueron raras por sólo registrar de uno a dos individuos por especie, tal es el caso de *Gastrophryne elegans* con dos registros y *Hyalinobatrachium viridissimum* y *Bolitoglossa platydactyla* con tan sólo un individuo. Dichas especies que fueron consideradas como raras debido a su baja abundancia, podrían ser resultado de sus hábitos específicos y poca visibilización, pues *G. elegans* es de hábitos fosoriales y emerge sólo cuando las condiciones ambientales son propicias (Jiménez-Arcos et al., 2024), mientras que *H. viridissimum* y *B. platydactyla* son más arborícolas (AmphibiaWeb, 2024), por lo que acceder a donde se encuentren podría ser complicado. Aunado a lo anterior, los anfibios en general son organismos que no siempre toleran altas temperaturas, y algunos eventos como las sequías, contaminación de hábitat y su fragmentación, comprometen su fisiología y por ende su natalidad y supervivencia (Luedtke et al., 2023).

Los microhábitats más explotados refieren a los requerimientos que necesitan los anfibios para poder vivir, ya que la utilización de la hojarasca sirve como refugio y forma sitios de reproducción al guardar la humedad, evitando la desecación y favoreciendo la supervivencia (García-Solís et al., 2021).



Figure 5. Amphibian species found in the locality of Caxuxuman, in the municipality of Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México from January to September 2023. A) *Incilius nebulifer*, B) *Eleutherodactylus cystignathoides*, C) *Smilisca baudinii*, D) *Gastrophryne elegans*, E) *Hyalinobatrachium viridissimum*, F) *Rhinella horribilis*, G) *Rana berlandieri*, H) *Scinax staufferi*, I) *Rana catesbeiana*, J) *Bolitoglossa platydactyla*, K) *Leptodactylus melanonotus*, L) *Rheohyla miotypanum*. Photos: Karen Nava Salazar.

Figura 5. Especies de anfibios encontradas en la localidad de Caxuxuman, en el municipio de Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México, de Enero a Septiembre de 2023. A) *Incilius nebulifer*, B) *Eleutherodactylus cystignathoides*, C) *Smilisca baudinii*, D) *Gastrophryne elegans*, E) *Hyalinobatrachium viridissimum*, F) *Rhinella horribilis*, G) *Rana berlandieri*, H) *Scinax staufferi*, I) *Rana catesbeiana*, J) *Bolitoglossa platydactyla*, K) *Leptodactylus melanonotus*, L) *Rheohyla miotypanum*. Fotos: Karen Nava Salazar.

CONCLUSIÓN

Se registró una riqueza específica de 12 especies de anfibios en la localidad de Caxuxuman, de las cuales siete son especies efectivas y se representan de manera equitativa abundantemente en la comunidad. De acuerdo con la curva de muestreo de rarefacción y extrapolación basada en la cobertura, el muestreo fue eficiente y sólo se encontraría una especie adicional a las ya registradas. La zona es diversamente importante por lo que se insta a la implementación de estrategias de conservación para este grupo de vertebrados terrestres dentro del área de estudio.

Agradecimientos.– Agradecemos a Luis Canseco-Márquez, por su ayuda en la identificación de algunas especies registradas.

LITERATURA CITADA

- Amaya, H.A.R. 2011. Listado y diversidad de la herpetofauna presente en Tancoco, Veracruz. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla de Baz, Estado de México, México.
- Amphibiaweb. 2024. University of California, Berkeley, CA, USA. <https://amphibiaweb.org/> [Consultado en diciembre 2024].
- Angulo, A., J.V. Rueda-Almonacid, J.V. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca. 2006. Técnicas de Inventario y Monitoreo para los anfibios de la Región Tropical Andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N.º 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C., Colombia.
- Balderas-Valdivia, C.J. & A. González-Hernández. 2024. Inventario de la Herpetofauna de México. www.herpetologiamexicana.org/inventario-de-especies/ [Consultado en enero 2024]
- Chao, A., N.J. Gotelli., T.C. Hsieh., E.L. Sander., K.H. Ma., K.R. Colwell & A.M. Ellison. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84:45-67.
- Chao, A., K. H. Ma & T.C. Hsieh. 2016. iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity. Program and User's Guide. http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/inext-online/. [Consultado en enero 2024]
- Colwell, R.K. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1. <http://purl.oclc.org/estimates>. [Consultado en enero 2024]
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios/ee_veracruz [Consultado en enero 2024]
- Cruz-Elizalde, R., A. Ramírez-Bautista, D.R. Aguillón-Gutiérrez, I. Magno-Benítez & R. Hernández-Austria. 2017. Principales amenazas para la biodiversidad y perspectivas para su manejo y conservación en el estado de Hidalgo: el caso de los anfibios y reptiles. Pp. 577-590. En Ramírez-Bautista, A., A. Sánchez-González, G. Sánchez-Rojas & C. Cuevas-Cardona. Biodiversidad del Estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto, Hidalgo, México.
- ECOSUR. 2023. Anfibios en jaque por el cambio climático. <https://www.ecosur.mx/anfibios-en-jaque-por-cambio-climatico/> [Consultado en diciembre 2024]
- Flores-Villela, O.A. 2024. Herpetofauna del Estado de Veracruz. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://doi.org/10.15468/qcgcocoe>. [Consultado en enero 2024]
- Gamboa Arteaga, N.Y. & J.J. Sigala-Rodríguez. 2020. Usos y mitos sobre anfibios y reptiles. Pp. 307-311. En Salazar, M.A., D.L. Higareda., J.C. Medina., K.C.N.Cordero, E.D. Melgarejo (Eds.), La biodiversidad en Zacatecas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Tlalpan, Ciudad de México, México.
- García-Solís, R.M., P. Herrera-Paniagua & M.Y. Rodríguez-Pérez. 2021. Ranas y sapos, el por qué de su conservación. *Revista Ciencia* 72:64-71.
- Hernández Valdés, E. 2022. La pandemia de los anfibios: el caso del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*. Desde el Herbario CICY 14:36-42.
- INEGI. 2010. Compendio de información geográfica municipal. Zozocolco de Hidalgo, Veracruz de Ignacio de la Llave. <https://bit.ly/4dbjI5X> [Consultado en diciembre 2024].
- IUCN. 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2024-1. <https://www.iucnredlist.org> [Consultado en marzo 2024].
- Jiménez-Arcos, V., A. Calzada-Arciniega, B. Cortés-Ortiz, C. Gómez-Hurtado & C. Blair. 2024. Description of *Gastrophryne elegans* (Boulenger, 1882) tadpole from the rainforest of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Zootaxa* 5397:146-150.



- Jost, L. 2006. Entropy and Diversity. *Oikos* 113:363-375.
- Luedtke, J.A., J. Chanson, K. Neam, L. Hobin, A.O. Maciel, A. Catenazzi, A. Borzée, A. Hamidy, A. Aowphol, A. Jean, A. Sosa-Bartuano, A. Fong G., A. de Silva, A. Fouquet, A. Angulo, A.A. Kidov, A.M. Saravia, A.C. Diesmos, A. Tominaga, B. Shrestha, B. Gratwicke, B. Tjaturadi, C. CM. Rivera, C. R.V. Almazán, C. Señaris, S.R. Chandramouli, C. Strüssmann, C.F.C. Fernández, C. Azat, C.J. Hoskin, C. Hilton-Taylor, D.L. Whyte, D.J. Gower, D.H. Olson, D.F. Cisneros-Heredia, D.J. Santana, E. Nagombi, E. Najafi-Majd, E.S.H. Quah, F. Bolaños, F. Xie, F. Brusquetti, F.S. Álvarez, F. Andreone, F. Glaw, F.E. Castañeda, F. Kraus, G. Parra-Olea, G. Chaves, G.F. Medina-Rangel, G. González-Durán, H.M. Ortega-Andrade, I.F. Machado, I. Das, I.R. Dias, J.N. Urbina-Cardona, J. Crnobrnja-Isailović, J.H. Yang, J. Jianping, J.T. Wangyal, J.J.L. Rowley, J. Measey, K. Vasudevan, K.O. Chan, K.V. Gururaja, K. Ovaska, L.C. Warr, L. Canseco-Márquez, L.F. Toledo, L.M. Díaz, M.M. H. Khan, M. Meegaskumbura, M.E. Acevedo, M.F. Napoli, M.A. Ponce, M. Vaira, M. Lampo, M. H. Yáñez-Muñoz, M.D. Scherz, M.O. Rödel, M. Matsui, M. Fildor, M.D. Kusrini, M.F. Ahmed, M. Rais, N.G.G. Kouamé, N. García, N.L. Gonwouo, P.A. Burrowes, P.Y. Imbun, P. Wagner, P.J.R. Kok, R.L. Jogle, R.J. Auguste, R.A. Brandão, R. Ibáñez, R. von May, S.B. Hedges, S.D. Biju, S.R. Ganesh, S. Wren, S. Das, S.V. Flechas, S.L. Ashpole, S.J. Robleto-Hernández, S.P. Loader, S.J. Incháustegui, S. Garg, S. Phimmachak, S.J. Richards, T. Slimani, T. Osborne-Naikatini, T.P.F. Abreu-Jardim, T.H. Condez, T.R. De Carvalho, T.P. Cutajar, T.W. Pierson, T.Q. Nguyen, U. Kaya, Z. Yuan, B. Long, P. Langhammer & S.N. Stuart. 2023.
- . Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature* 6:308-314.
- Naciones Unidas. 2023. Se espera que El Niño dure al menos hasta abril de 2024. <https://news.un.org/es/story/2023/11/1525507> [Consultado en diciembre 2024].
- Páez-Rosales, N. & S.R. Ron. 2022. *Rhinella horribilis*. En Ron, S.R., A. Merino-Viteri & D.A. Ortiz, (Eds.). *Anfibios del Ecuador*. Version 2022.0. <https://multimedia20stg.blob.core.windows.net/guias/Anfibios/15%20-%20Matorral%20Seco%20de%20Ola%20Costa/Amphibia%20Web%20Ecuador%20-%20Matorral%20Seco%20de%20Ola%20Costa%20-%20Fichas.pdf>
- Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. [Consultado en marzo 2024].
- Parra-Olea, G., O. Flores-Villela & C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:S460-S466.
- Ramírez-Bautista, A., L.A. Torres-Hernández, R. Cruz-Elizalde, C. Berriozabal-Islas, U. Hernández-Salinas, L.D. Wilson., J.D. Johnson., L.W. Porras, C.J. Balderas-Valdivia, A.J.X. González-Hernández & V. Mata-Silva. 2023. An updated list of the Mexican herpetofauna: with a summary of historical and contemporary studies. *ZooKeys* 1166:287-306.
- Roswell, M., J. Dushoff & R. Winfree. 2021. A conceptual guide to measuring species diversity. *Oikos* 130:321-338.
- SEFIPLAN. 2023. Cuadernillos municipales. Zozocolco de Hidalgo, Veracruz, México. https://cieg.gobiernodigital.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2023/08/Zozocolco-de-Hidalgo.CM_Ver_2023.2.pdf [Consultado en mayo 2025]
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, jueves 30 de diciembre de 2010, Ciudad de México, México.
- Torres-Hernández, L.A., A. Ramírez-Bautista, R. Cruz-Elizalde, U. Hernández-Salinas, C. Berriozabal-Islas, D.L. DeSantis, J.D. Johnson, A. Rocha, E. García-Padilla, V. Mata-Silva, L.A. Fucsko & L.D. Wilson. 2021. The herpetofauna of Veracruz, Mexico: composition, distribution, and conservation status. *Amphibian & Reptile Conservation* 15:72-15.
- Young, B.E., S.N. Stuart, J.S. Chanson, N.A. Cox & T.M. Boucher. 2004. *Joyas que Están Desapareciendo: el Estado de los Anfibios en el Nuevo Mundo*. NatureServe, Arlington, Virginia, EUA.

