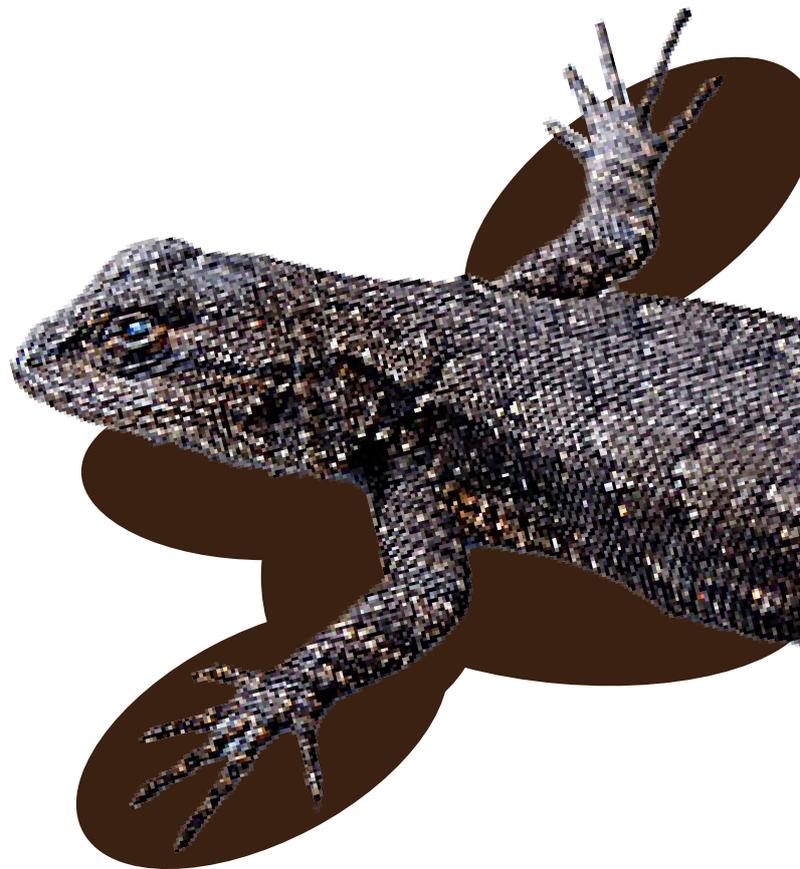


LOS AGROECOSISTEMAS COMO REFUGIOS DE LA BIODIVERSIDAD: EL CASO DE LOS ANFIBIOS Y REPTILES

ADRIAN LEYTE-MANRIQUE¹, CARLOS JESÚS BALDERAS-BALDIVIA^{2*},
SAMUEL CADENA-RICO³ Y CLAUDIA BALLESTEROS-BARRERA⁴



¹Laboratorio de Biología, Tecnológico Nacional de México, Campus, Salvatierra, Guanajuato, México. Manuel Gómez Morín 300, 38933, Janicho, Salvatierra, Gto.

²Biodiversidad y Conservación de la Naturaleza, Dirección de Formación e Investigación de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, Zona Cultural, Cd. Universitaria, 04510, Coyoacán, CDMX.

³Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN). Blvd. Villas de Irapuato 1460, Local 5, 36643, Plaza Provincia Cibeles, Irapuato, Guanajuato.

⁴Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, 09340, Col. Vicentina, Del. Iztapalapa, CDMEX.

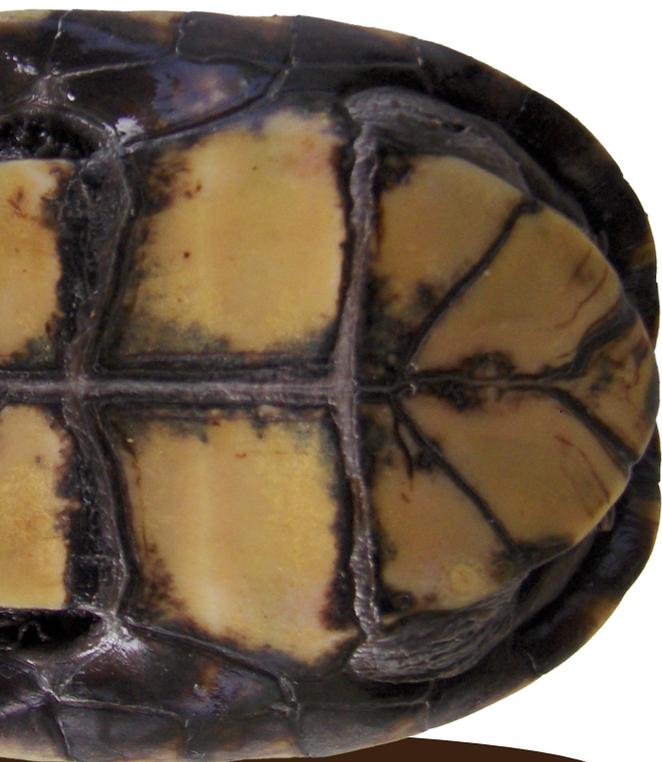
*Correspondencia: cjbv@unam.mx

RESUMEN

Tradicionalmente, se considera que la mayor diversidad de especies ocurre en sitios conservados. Sin embargo, los ambientes modificados como los agroecosistemas pueden contener una parte importante de la diversidad original. En este trabajo, comparamos la herpetofauna de cuatro agroecosistemas en dos localidades del estado de Guanajuato. Janicho y Urireo, con un sistema de producción de temporal, y El Copal y San Nicolás de los Agustinos, con sistema de riego. Así mismo, comparamos la herpetofauna de estos sitios (no conservados) con la de sitios semiconservados y conservados del estado de Guanajuato. Encontramos que la localidad de El Copal, presentó el mayor número de especies, lo que sugiere que, al ser un sistema de producción de riego, aporta a los anfibios y reptiles que se encuentran en él, refugio y alimento constante, a diferencia de las localidades de Urireo y Janicho, con sistemas de producción temporal, y que dependen de las lluvias para retener una mayor cantidad de especies. En el caso de San Nicolás de los Agustinos, consideramos que la cercanía con la selva baja permitió un flujo de especies en ambas direcciones, por ello, su menor cantidad de especies. Al hacer la comparación de los sitios (no conservados) de estudio con los semiconservados y conservados, encontramos que en conjunto albergan una herpetofauna equiparable con estos últimos. Sugerimos que los agroecosistemas, pueden funcionar a modo de zonas de refugio y alimentación temporal para las especies de anfibios y reptiles tolerantes a la perturbación, o que transitan de zonas perturbadas a aquellas semiconservadas y conservadas. Por lo tanto, sugerimos que, en estudios futuros, se analice con profundidad la estructura ecológica de estos sitios y determinar a partir de ello, hasta qué punto los agroecosistemas pueden mantener la diversidad de anfibios y reptiles.

ABSTRACT

Traditionally, the greatest diversity of species has been considered to be found in conserved sites. However, modified environments such as agroecosystems can contain a significant part of the original diversity. In this work, we compare the herpetofauna of four agroecosystems in two localities in the state of Guanajuato. Janicho and Urireo, with a temporary production system, and El Copal and San Nicolás de los Agustinos, with an irrigation system. Likewise, we compared the herpetofauna of these sites (not conserved) with that of semi-preserved and conserved sites in the state of Guanajuato. We found that the agroecosystems in the town of El Copal, presented the largest number of species, which suggests that being an irrigation production system, provides amphibians and reptiles found in it, shelter and constant food, unlike of the towns of Urireo and Janicho, with temporary production systems, and that depend on the rains to retain a greater number of species. In the case of San Nicolás de los Agustinos, we consider that the proximity to the lowland forest, allowed a flow of species in both directions, therefore, its fewer species. When comparing the study sites (not conserved) with the semi-preserved and conserved ones, we found that together they harbor a herpetofauna comparable to the latter. We suggest that agroecosystems can function as temporary refuge and feeding areas for amphibian and reptile species that are tolerant to disturbance, or that move from disturbed to semi-conserved areas. Therefore, we suggest that, in future studies, the ecological structure of these sites be analyzed in depth and determine from it, to what extent agroecosystems can maintain native diversity of amphibian and reptiles.



Palabras clave: anfibios, reptiles, diversidad, Irapuato, Salvatierra, Guanajuato.

Key words: amphibians, reptiles, diversity, Irapuato, Salvatierra, Guanajuato.

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica de anfibios y reptiles de México es una de las más ricas y complejas del mundo, pues es el resultado de numerosos eventos geológicos y biológicos (Flores-Villela y Gerez, 2005), y particularmente para el caso de estos vertebrados se han registrado hasta el momento en el país un total de 1,362 herpetozoos, de las cuales 417 son de anfibios y 945 de reptiles (Herpetología Mexicana, 2021). Esto pone de manifiesto la gran diversidad de anfibios y reptiles en distintas regiones ecológicas de nuestro país.

Los listados para los anfibios y reptiles de México se inician entre los años 40's y 60's con los trabajos de Smith y Taylor (1966), los que culminarían con la "lista anotada" para la herpetofauna mexicana, y que siguen siendo hasta hoy la base para el inventario taxonómico en nuestro país (Ramírez-Bautista *et al.* 2014). Más allá de las listas de especies para incrementar el conocimiento de la herpetofauna de México en cuanto a su diversidad, riqueza, biogeografía y ecología, hay una trascendencia notable porque éstas sirven para implementar planes de manejo y estrategias de conservación. Los estudios herpetofaunísticos han sido llevados a cabo en ambientes conservados, que por su peculiaridad y valor ambiental suelen ser enmarcados en lo que conocemos como áreas naturales protegidas (ANP; Jiménez-Sierra *et al.* 2014; Ramírez-Bautista *et al.* 2014; Cruz-Elizalde *et al.* 2018). Lo anterior, debido a que la relación de la ecuación es simple; a menor impacto de los ecosistemas, se tendrá la mayor diversidad por causas naturales, generando así, la visión general que se ha manejado en los últimos casi 30 años (Valle-Rodríguez, 2006). Las ANP no sólo se vislumbran como centros de diversidad biológica, sino también de diversidad paisajística y biocultural, pues dentro de ellas, también se encuentran comunidades humanas (mestizas y/o indígenas) que conviven directamente con la diversidad que les rodea junto con muchas de las actividades que se llevan a cabo (Jiménez-Sierra *et al.* 2014).

Lamentablemente, las actividades humanas (e.j., industria, ganadería y agricultura), han afectado la riqueza y diversidad de diversos grupos biológicos, así como su distribución y estructura de poblaciones y comunidades, sea el caso de los anfibios y reptiles (Leyte-Manrique *et al.* 2019). En este sentido, pocos estudios han sido generados en relación con la diversidad de especies de anfibios y reptiles en ambientes modificados, como es el caso de los agroecosistemas (Pineda y Halffter, 2004; Macip-Ríos y Casas-Andreu, 2008; Leyte-Manrique *et al.* 2019). Altieri (1999) define a los agroecosistemas como "comunidades de plantas y animales interactuando con su ambiente físico y químico que ha sido modificado para producir alimentos y otros productos para el consumo y procesamiento humano" y dentro este contexto, la agricultura es vista como un agroecosistema en el que se encuentran interactuando tanto las especies cultivadas como especies silvestres, son sistemas abiertos muy complejos de intercambio de energía y que conllevan distintas formas de producción (Faden & Beauchamp, 1986; Ruiz, 2006).

En el estado de Guanajuato existen 24 ANP, en las que se ha registrado una herpetofauna de 86 especies (21 de anfibios y 65 de reptiles; Báez-Montes, 2018). Sin embargo, y a pesar de este avance sobre la herpetofauna en Guanajuato, aún quedan huecos de información biológica que recabar sobre las especies y poblaciones. Específicamente, aquellas que se encuentran fuera de los límites de las ANP, ya sea en ambientes no decretados bajo ninguna categoría de protección, o bien, aquellas inmersas en los territorios de la industria, agricultura, ganadería y asentamientos humanos. No obstante, estudios realizados en ambientes alterados muestran que, aunque las modificaciones de los hábitats conlleven a la pérdida de hábitat para algunas especies, hay otras especies para las que representan nuevas condiciones favorables para la colonización, ayudando a su permanencia en los ambientes resultantes (Van Horne, 1983; Urbina-Cardona *et al.* 2006). Sin embargo, ello no es fácil de evaluar y conlleva a preguntarse ¿qué es lo que pasa con la herpetofauna en los ambientes antropizados?, de los cuales se piensa que los valores de diversidad son bajos y que las condiciones para retener a las especies son desfavorables (Pacheco-Figueroa *et al.* 2015). Considerando lo anterior y teniendo como base a los agroecosistemas y su percepción negativa para la biodiversidad, el objetivo del presente trabajo es presentar el listado de anfibios y reptiles registrados en agroecosistemas de maíz de cuatro localidades en los municipios de Salvatierra e Irapuato, Guanajuato. Además, se hace una comparación con datos de riqueza entre ambientes con distinto tipo de manejo, como serían los agroecosistemas estudiados con sitios conservados como las ANP y sitios semiconservados, como son algunos lugares que, aunque presentan perturbación humana, aún mantienen áreas conservadas con la finalidad de resaltar un aspecto pocas veces revisado y analizado en los agroecosistemas y su capacidad para dar refugio a los anfibios y reptiles.

ÁREA DE ESTUDIO

Los sitios de trabajo corresponden a agroecosistemas de maíz de los municipios de Irapuato y Salvatierra. El Copal (COP; 20° 44' 33.69" N y 101° 19' 27.05" O; elevación: 1741 msnm; clima semicálido-subhúmedo, con vegetación de selva baja caducifolia (SBC), vegetación secundaria (VS) y zonas de cultivos (ZC); municipio de Irapuato. Para Salvatierra, las localidades de estudio fueron: Janicho (JAN; 20° 12' 15.97" N y 100° 53' 47.13" O; elevación 1814 msnm) con una vegetación de SBC y ZC; Urireo (URI; 20° 13' 04.35" N y 100° 49' 06.43" O; elevación de 1828 msnm), y una vegetación representada por SBC y ZC, y San Nicolás de los Agustinos (SNA; 20° 14' 19.86" N y 100° 58' 29.96" O, elevación de 1747 msnm) siendo SBC y ZC la vegetación representativa; el clima para las tres localidades es semiseco tropical (García, 2004; Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1987) (Figura 1). Para la elección de las localidades se consideraron los tipos de producción de los cultivos, es decir, si estos eran de riego y/o temporal, dado que esto podría influir en la riqueza de especies en cada sitio. El COP y SNA presentan sistemas de riego, y en URI y JAN, sistemas de temporal. Finalmente cabe añadir, que en los cuatro

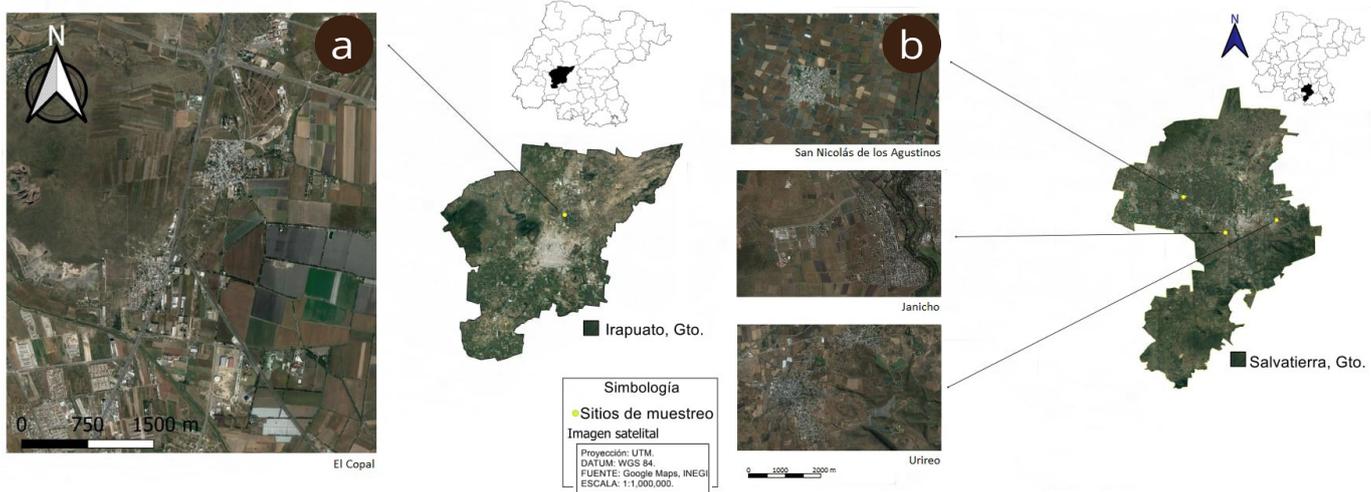


Figura 1. Área de estudio en la que se muestran las localidades. a = el Copal, Irapuato; b = San Nicolás de los Agustinos, Janicho y Urireo, Salvatierra.

sitios y paralelamente a las zonas de cultivo, se presenta vegetación de selva baja caducifolia, de la cual no se evaluó ni su cobertura ni estado de conservación, pero se tomó como un elemento externo que puede influir en la composición de la herpetofauna por su cercanía con las zonas de cultivo (Pacheco-Figueroa *et al.* 2015).

Especies presentes en los agroecosistemas. Se generaron registros de anfibios y reptiles para el municipio de Irapuato de 2012 a 2017, en tanto que para Salvatierra fue de 2015 a 2020. Los datos de los registros se obtuvieron de tres fuentes: 1-Muestréos de campo. Para la localidad de El COP, se efectuaron muestréos sistemáticos de julio a noviembre de 2016 y de febrero a junio de 2017, con una duración de dos días, y con un esfuerzo de muestreo de 8 horas/hombre por día, siendo tres personas las que participaron en el mismo. Se emplearon técnicas convencionales de colecta y búsqueda de anfibios y reptiles, sugeridas por Casas-Andreu *et al.* (1999). Para Salvatierra, se llevaron a cabo muestréos sistemáticos en las localidades de URI y SNA en los meses de mayo de 2016 a diciembre de 2016, y enero de 2017 a agosto de 2018, siguiendo para ello, el mismo método y técnicas que en la localidad de el COP en Irapuato. 2-Donaciones. De 2012 a 2015, se tuvieron organismos de donaciones para el municipio de Irapuato, incluyendo la localidad de el COP, de la cual se tomaron los registros para el presente estudio, ya que incluye zonas de cultivo. De 2015 a 2020, se tuvieron donaciones de organismos procedentes de las localidades de JAN, SNA y URI, con presencia de zonas de cultivo. Los organismos donados se incorporaron a la Colección Herpetológica del Tecnológico Nacional de México, Campus Salvatierra. 3-Fuentes electrónicas como bases de datos GIBF (2021), HerpNet (2021) y VertNet (2021), la literatura especializada regional, así como de referencias alojadas en AmphibiaWeb (2021) y The Reptile Database (Uetz *et al.* 2021).

Como los datos de los registros procedieron de distintas fuentes, solo se consideró el número de especies y su abundancia. Nosotros asumimos, que posiblemente el tipo de sistema de producción es un factor importante

en la cantidad de especies en cada localidad. Si bien no se cuenta con estudios específicos en los que el sistema de producción (riego y/o temporal) determine la riqueza y composición de herpetozoos, se considera como base el trabajo de Leyte-Manrique *et al.* (2019) en el que se comparan zonas de cultivos en sistemas de producción de riego y temporal con respecto a la vegetación conservada (selva baja caducifolia), en las localidades de SNA (sistema de riego) y URI /sistema de temporal).

Comparación de ambientes. Se llevó a cabo una comparación del número de especies de anfibios y reptiles considerando el impacto de las actividades humanas y su afectación. No se midió el efecto ni la fuente de perturbación, pero si se estableció un valor cualitativo para su designación, conforme a su estado de conservación a partir de la propuesta de emplazamiento ambiental de Canter (1999), la cual consiste en evaluar cualitativamente, la afectación de un sitio en razón del número de actividades humanas y su impacto. Para el presente estudio se consideraron tres categorías: 1-Sitios conservados (ANP´s, con actividades reguladas de uso de recursos de flora y fauna, y baja densidad poblacional, con amplia cobertura de componentes vegetales nativos), 2-sitios semiconservados (fuera de ANP, y con actividades no reguladas de uso y extracción de fauna y flora pero con componente vegetales nativos presentes), y 3-sitios no conservados (fuera de ANP, sin regulación ambiental, uso de suelo agrícola y ganadero, con asentamientos humanos, y sin componentes vegetales nativos). Finalmente, se estableció el estado de riesgo de las especies presentes en los agroecosistemas a partir de la NOM-059-ECOL-2010 y el de la lista roja de la UICN.

DIVERSIDAD EN LOS AGROECOSISTEMAS

Conjuntamente, los agroecosistemas tuvieron una herpetofauna compuesta por 14 familias y 29 especies (9 anfibios y 20 reptiles; Figura 2 con especies representativas). Las serpientes (incluida una especie introducida *Indotyphlops braminus* conocida como serpiente ciega enana afro-asiática)

y las lagartijas fueron las más diversas, con 12 y siete especies, respectivamente. Al respecto, algunos estudios en ambientes conservados y perturbados mencionan que hay un patrón consistente en el que los reptiles presentan una mayor cantidad de especies con respecto a los anfibios, y que los agroecosistemas no son la excepción (Macip-Ríos y Casas-Andreu, 2008; Berrizobal-Islas, 2012; Pacheco-

Figuroa *et al.* 2015; Hernández-Ordoñez y Suazo-Ortuño, 2016). En este contexto, se ha mencionado que la mayor cantidad de reptiles tiene que ver con una mayor capacidad para moverse y de adaptarse al ambiente, así como a los cambios estacionales (Vitt y Caldwell, 2014; Cadena-Rico *et al.* 2020), lo que también implica que la falta temporal de agua no los restringe completamente.



Figura 2. Especies representativas de cada familia para los anfibios y reptiles en las cuatro localidades. En paréntesis se ponen los nombres comunes que les dan los agricultores en la región. Ranas y sapos. Familia Bufonidae: a = *Incilius occidentalis* (sapo), b = *Anaxyrus punctatus* (sapito de motas/rojo); Craugastoridae: c = *Craugastor augusti* (ranita ladradora), Hylidae: d = *Dryophytes eximius* (ranita de hojas/arbollada); Ranidae: e = *Lithobates neovolcanicus* (rana); Scaphiopodidae: f = *Spea multiplicata*. (sapito excavador) Tortugas, lagartijas y serpientes. Kinosternidae: g = *Kinosternon integrum* (tortuga casquito), Dactyloidae: h = *Anolis nebulosus* (abanico), Phrynosomatidae: i = *Sceloporus grammicus* (lagartija de mezquite/lagartija espinosa), Teiidae: j = *Aspidoscelis gularis* (sabandija), Colubridae: k = *Conopsis lineata* (hocico de puerco), y Natricinidae: l = *Thamnophis cyrtopsis* (culebra de agua).

De los cuatro agroecosistemas, El COP, con sistemas de riego, presentó más especies, con un total de 23 (7 anfibios; 16 reptiles), seguido de URI con 19 especies (3 anfibios; 16 reptiles), JAN con 17 (3 anfibios; 14 reptiles), y con menor número SNA con 13 especies (3 anfibios; 10 reptiles). En la Tabla 1 se observan las especies presentes en cada localidad y el tipo de sistema de producción agrícola. En anfibios, y de manera general para los cuatro sitios, la abundancia fue baja, a excepción de la rana *Lhitobates neovolcanicus* (88 individuos), y la lagartija *Sceloporus torquatus* con 201 individuos. En la localidad de el COP se albergó una mayor cantidad de especies de anfibios y reptiles, lo que sin duda puede ser contrastante para un ambiente antropizado. En este contexto, se puede decir que el sistema de producción de riego en COP, puede proporcionar un suministro constató de refugio, alimento y humedad para los herpetozoos, y siendo la estación de lluvias dónde se observó un flujo migratorio de especies, entre ellas otros grupos biológicos (insectos, pequeños mamíferos y aves migratorias granívoras), particularmente desde la selva baja hacia los cultivos e infiriendo que pude proporcionar alimento a los anfibios y reptiles. Al respecto, esto puede ser apoyado por autores como Macip-Ríos y Casas-Andreu (2008), quienes mencionan que los sistemas agrícolas son una fuente constante de alimento, por lo tanto, los herpetozoos que han superado la alteración del ambiente exploran nuevos sitios de caza.

En el caso de los agroecosistemas en URI y JAN (ambos de temporal), dos factores explican su abundancia de especies: 1- Presencia de pozas de agua permanentes en URI, y agricultura de traspatio en JAN, con actividad incipiente. La tortuga *Kinosternon integrum* fue de mayor abundancia no solo en URI y JAN, sino en las cuatro localidades. En este sentido, *K. integrum*, es una especie de amplia distribución y plasticidad a diversos ambientes, por lo cual no es extraña su presencia en pozas, arroyos y canales asociados a los sistemas agrícolas (Leyte-Manrique *et al.* 2019; Cadena-Rico *et al.* 2020). Para SNA, con la menor abundancia de especies, se podría decir que, a pesar de tener un sistema de producción de riego (mayor humedad), existe un alto impacto a los herpetozoos, el cual tiene que ver con un mayor grado de persecución de especies, principalmente a las serpientes, en la que el colúbrido más abundante fue *Thamnophis melanogaster* (12 individuos). Esta intensa persecución de serpientes resulta en la mayoría de las veces con la muerte de los ofidios y que refleja el irracional e injustificado conflicto con ellos en México (Fernández-Badillo *et al.* 2021). Lo que resulta preocupante si se considera que la nación mexicana es el país más biodiverso en serpientes del planeta (Midtgaard, 2021) y cuya cultura ancestral estaba basada importantemente en la veneración de estos seres vivos, y donde incluso actualmente ocupan un lugar en los símbolos patrios (Balderas-Valdivia *et al.* 2014). Esta persecución y sacrificio intencional parecen causar un efecto negativo en las serpientes (Figura 3), así como de otras especies y sus abundancias observadas. A esto hay que añadir no solo la percepción cultural negativa, los mitos y creencias locales afectan a los herpetozoos (Leyte-Manrique *et al.* 2016a; Fernández-

Badillo *et al.* 2021), sino, además, los incidentes con vehículos, tractores y trilladoras que aplastan o mutilan animales durante la cosecha y en carreteras (Lazcano-Villarreal *et al.* 2009, 2017; Cervantes-Huerta *et al.* 2017).

En SNA el caso de los anfibios, la contaminación del agua podrá ser un factor importante en la escasa presencia y abundancia de ranas y sus puestas, a diferencia de las localidades JAN, URI y el COP, en donde las puestas observadas fueron de *Lhitobates neovolcanicus*, y que puede ser un indicador de perturbación del ecosistema acuático tal como sucede con otras especies del género (Oldham *et al.* 1997; Cadena-Rico *et al.* 2020). En general, los cuatro agroecosistemas presentan distintos efectos con los sistemas de producción, lo que determina la abundancia y cantidad de especies de anfibios y reptiles que albergan. Para el COP se realiza el sistema de riego con dos ciclos de cultivo para maíz, lo que parece proporcionar alimento constante y refugio a los herpetozoos. Aquí se observa en particular una riqueza en reptiles, donde las 11 especies de serpientes presentan en general una baja abundancia, en tanto algunas especies de lagartijas como las de cola de látigo *Aspidoscelis gularis* y las lagartijas espinosas *Sceloporus spinosus* y *S. torquatus* presentaron mayores abundancias. En anfibios, 7 de las 9 especies, estuvieron presentes, y con abundancias altas (a excepción del sapito de espuelas *Spea multiplicata*). Lo que indica que los agroecosistemas en general son sitios activos de reproducción, desarrollo y supervivencia de las especies de anfibios que lograron adaptarse (Pineda y Halffter, 2004; Macip-Ríos y Casas-Andreu, 2008; Hernández-Ordoñez y Suazo-Ortuño, 2016).



Figura 3. Interacciones negativas para la conservación humano-ofidios. a = Macho adulto de la culebra *Pituophis deppei*, conocida como Cencuate, b = Hembra de *Masticophis mentovarius*, conocida como Chirriónera o chicotera. Ambas en la localidad de San Nicolás de los Agustinos, Salvatierra.

	Irapuato	Salvatierra	NOM-059	UICN	Distribución		
AMPHIBIA	COPL*	SNA*	JAN**	URI**			
Anura							
Bufo							
Bufo							
<i>Anaxyrus compactilis</i>	20	0	0	0	Nc	LC	E
<i>Anaxyrus punctatus</i>	14	0	0	0	Nc	LC	Ne
<i>Incilius occidentalis</i>	18	0	0	0	Nc	LC	E
Craugastoridae							
<i>Craugastor augusti</i>	0	0	6	2	Nc	LC	Ne
Hylidae							
<i>Dryophytes arenicolor</i>	8	3	10	0	Nc	LC	Ne
<i>Dryophytes eximius</i>	12	1	2	0	Nc	LC	E
<i>Dryophytes plicatus</i>	0	0	0	5	Nc	LC	E
Ranidae							
<i>Lhitobates neovolcanicus</i>	20	35	8	25	A	LC	E
Scaphiopodidae							
<i>Spea multiplicata</i>	3	0	0	0	Nc	LC	Ne
S = 9 especies	7	3	4	3			
REPTILIA							
Testudines							
Kinosternidae							
<i>Kinosternon integrum</i>	5	6	3	10	Pr	LC	E
Lacertilia							
Dactyloidae							
<i>Anolis nebulosus</i>	0	0	0	1	Nc	LC	Ne
Phrynosomatidae							
<i>Sceloporus aeneus</i>	0	0	0	1	Nc	LC	E
<i>Sceloporus dugesii</i>	0	60	8	19	Nc	LC	E
<i>Sceloporus grammicus</i>	6	2	0	0	Pr	LC	Ne
<i>Sceloporus spinosus</i>	26	0	6	2	Nc	LC	Ne
<i>Sceloporus torquatus</i>	16	10	5	170	Nc	LC	E
Teiidae							
<i>Aspidoscelis gularis</i>	56	25	10	7	Nc	LC	Ne
Serpentes							
Colubridae							
<i>Conopsis lineata</i>	5	3	2	1	Nc	LC	E
<i>Conopsis nasus</i>	1	0	1	0	Nc	LC	Ne
<i>Drymarchon melanurus</i>	1	2	1	4	Nc	LC	Ne
<i>Lampropeltis polyzona</i>	2	0	8	2	Nc	LC	Ne
<i>Masticophis mentovarius</i>	3	5	22	2	Nc	LC	Ne
<i>Pituophis deppei</i>	2	0	5	2	A	LC	E
<i>Salvadora bairdi</i>	0	0	0	1	Pr	LC	E
Natricidae							
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	2	0	3	1	A	LC	Ne
<i>Thamnophis melanogaster</i>	2	12	0	0	A	EN	E
Viperidae							
<i>Crotalus molossus</i>	1	0	1	0	Pr	LC	Ne
Elapidae							
<i>Micrurus tener</i>	1	0	1	1	Nc	LC	Ne
Typhlopidae							
<i>Indotyphlops braminus</i>	4	12	0	1	Nc	NE	Ne
S = 20 especies	16	10	14	16			



Tabla 1. Familias de anfibios y reptiles presentes en los agroecosistemas. Localidades: 1- El Copal = COPL, 2-San Nicolás de los Agustinos = SNA, 3-Janicho = JAN, 4-Urileo = URI. Sistema de producción: Temporal = *, Riego = **. Distribución: E = endémica de México, Ne = no endémica.

Nota. NOM-059-ECOL-2010: P = peligro de extinción, A = Amenazada, Pr = Sujeta a protección especial, Nc = No considerada. UICN, 2021: NE = No evaluada, DD = datos insuficientes, LC = preocupación menor, NT = casi amenazada, VU = vulnerable, EN = en peligro, CR = peligro crítico, EW = extinta en vida silvestre, EX = extinta.

COMPARACIÓN DE AMBIENTES

Los anfibios y reptiles responden diferencialmente a los ambientes, lo que puede tener implicaciones de tipo fisiológico y reproductivo (Cadena-Rico et al. 2020), y al hablar de ambientes, debemos suponer la calidad y estado de conservación de los mismos, es decir, que el hábitat sea el idóneo para los herpetozoos (Van Horne, 1983). Algunos estudios, comparan valores de diversidad de especies, y hacen alusión a que la disponibilidad de alimento y refugios durante el año, así como la estructura vegetal y grado de conservación, son determinantes en la composición de las comunidades de anfibios y reptiles (Urbina-Cardona et al. 2006). Los resultados de nuestro estudio muestran para los cuatro agroecosistemas en conjunto, una herpetofauna de 29 especies (Tabla 2; COP = 23; URI = 19; JAN = 17 y SNA = 13 especies), donde el caso del COP fue mayor que otros sitios (conservados y semiconservados) dentro del estado de Guanajuato. Por ejemplo, el ANP Culiacán y la Gavia, con 22 especies (5 de anfibios y 17 reptiles), tuvo una menor abundancia. En esta ANP se destaca el aprovechamiento forestal, zonas de pastoreo y cultivos de temporal (cerro el Culiacán), además de que se hace uso de reptiles para consumo como alimento (comúnmente *Sceloporus* spp), con fines curativos y para peletería (particularmente *Crotalus molossus*), por lo que se asume que puede afectar a la herpetofauna del sitio (Báez-Montes, 2018) (Figura 4). En el caso de Yuriria, esta ANP es considerada como un sitio Ramsar, sin embargo, existe una problemática de contaminantes de origen agrícola como insecticidas químicos (Báez-Montes, 2018; Walter y Brooks, 2009), y por supuesto, los fertilizantes, que pueden tener efectos negativos sobre las especies acuáticas como anfibios (Oldham et al. 1997) y tortugas, lo que se agravan con actividades de pesca y asolvamiento de la presa, y que a su vez reduce los sitios de puestas para los anfibios. En este sitio, la herpetofauna es baja si se le compara con los agroecosistemas de COP y URI, pero similar a JAN. La

Cuenca baja del río Temascalco (CBRT) y el cerro de El Veinte son sitios semiconservados que cuentan con zonas de bosque de encino (CBRT) y selva baja caducifolia en buen estado (Leyte-Manrique et al. 2016), donde en ambos sitios se llevan a cabo manejo forestal regulado y se tienen zonas de pastoreo con algunas porciones de zonas de cultivos de temporal. En ellos, se presentaron 31 especies (11 anfibios y 20 reptiles) en CBRT, y 23 (6 anfibios y 17 reptiles) en Cerro de El Veinte. Para el ANP Las Musas, Leyte-Manrique et al. (2018) registran un total de 40 especies (Figura 4), siendo el sitio con mayor número de especies, ello explicado por qué a pesar de que en ella se tienen asentamientos humanos, conserva zonas amplias y heterogéneas de vegetación nativa, arroyos, ríos y presas que pueden proporcionar refugio, humedad y alimento a los herpetozoos (Leyte-Manrique et al. 2019). En un contexto general, los ambientes antropizados, como los agroecosistemas estudiados, mantienen condiciones de refugio y alimentación temporal para los anfibios y reptiles. Sin embargo, deben analizarse de manera más profunda los factores de orden demográfico, ecológico y conductual que promueven el flujo de las especies de zonas conservadas a perturbadas, y que permitan conocer los patrones de riqueza y diversidad de los anfibios y reptiles en estos sitios.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo muestran que los agroecosistemas pueden mantener a diversas especies, en algunos casos semejante a los ambientes conservados o semiconservados estudiados en Guanajuato, sobre todo en las selvas bajas caducifolias, y en las que los cambios en la composición de refugios y alimento son muy marcados entre lluvias y secas. Bajo esta visión, los agroecosistemas pueden verse al menos para los anfibios y reptiles que han sobrevivido a la alteración

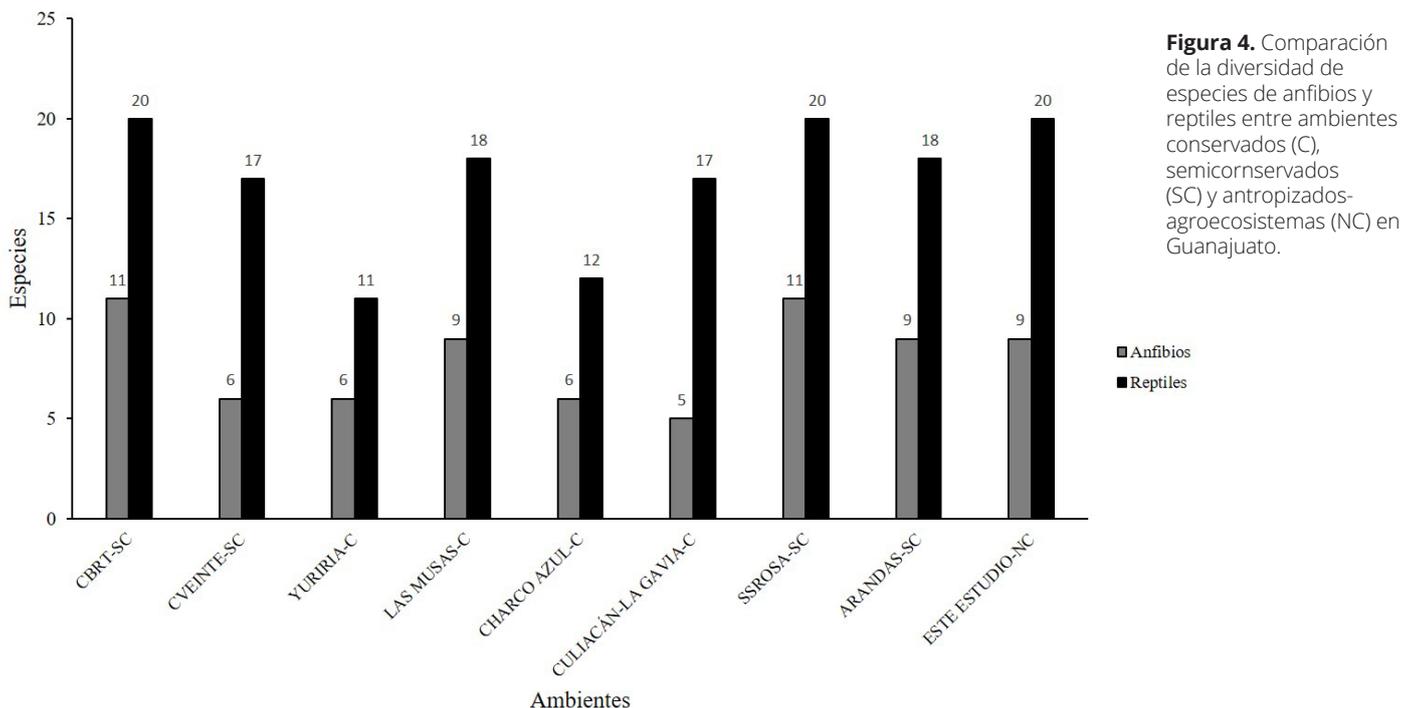


Figura 4. Comparación de la diversidad de especies de anfibios y reptiles entre ambientes conservados (C), semiconservados (SC) y antropizados-agroecosistemas (NC) en Guanajuato.

original del ecosistema, como ambientes con cierta estabilidad aun no cuantificable que proporcionan refugio y alimentación, y que se comportan metafóricamente como un “ nicho colchón”, porque amortiguan la pérdida total de especies por el efecto de la transformación del hábitat. De estas observaciones se puede desprender que los hábitats originales que ahí se perdieron, pudieron haber contenido una biodiversidad aún mayor. En un contexto general, el papel de los agroecosistemas, por lo menos como espacios de refugio y alimentación, debe reevaluarse para conocer su dinámica espacio-temporal y el efecto real sobre la biodiversidad de anfibios y reptiles que todavía albergan.

AGRADECIMIENTOS

A los pobladores de las localidades de San Nicolás de los Agustinos, Janicho, Urireo y El Copal en los municipios de Salvatierra e Irapuato, Guanajuato, por dejarnos trabajar en sus parcelas. A Ma. Fernanda Rodríguez Gutiérrez, Ma. del Carmen Portilla Mendoza, David López, José Antonio Piña García y a Abel Antonio Buelna Chontal por su apoyo en campo. Al Tecnológico Nacional de México por el apoyo económico otorgado para la realización del proyecto “7689.20-PD: Diagnóstico ecológico y ambiental de recursos biológicos e hídricos asociados a sistemas agrícolas del municipio de Salvatierra, Guanajuato, México”.

Tabla 2. Comparación de la herpetofauna en tres diferentes tipos de ambientes en Guanajuato que incluyen este estudio. A = Anfibios, R = Reptiles, T = Total. CBRT = Cuenca baja del río Temascalio, COP = El Copal, SNA = San Nicolás de los Agustinos, URI = Urireo, y JAN = Janicho.

Sitio	Ambiente	No. Especies	Fuente
CBRT, Irapuato.	Semiconservado	A= 11 /R = 20; T = 31	Cadena- Rico et al. (2020).
Cerro de El Veinte, Irapuato.	Semiconservado	A = 6 / R= 17; T = 23	Leyte-Manrique et al. (2016).
ANP Yuriria.	Conservado	A = 6/ R = 11; T = 17	Báez-Montes (2018).
ANP Las Musas.	Conservado	A = 12/R = 28; T = 40	Leyte-Manrique et al. (2018).
Charco Azul, Xichú.	Conservado (zona núcleo BSG, Gto.).	A = 6/R = 12; T = 18	Leyte-Manrique y Domínguez-Laso (2014).
ANP Cerro del Culiacán-La Gavia (zona núcleo).	Conservado	A = 5/R = 17; T = 22	Arenas-Monroy (2012).
Sierra Santa Rosa, Gto.	Semiconservado	A = 11/ R = 20; T =31	Mendoza-Quijano et al. (2001).
ANP Cerro de Arandas.	Semiconservado	A = 9/ R = 18; T = 27	Báez-Montes (2018).
SNA, URI, JAN y COP.	Antropizados-Agroecosistemas	A = 9/R =20; T = 29	Este estudio



LITERATURA CITADA

- Altieri, M. A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 74:19-31.
- AmphibiaWeb. 2021. <https://amphibiaweb.org> University of California, Berkeley, CA, USA. (consultado el 10/07/2021).
- Báez-Montes, O. 2018. Anfibios y reptiles de la Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guanajuato. Secretaria de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial, México. 138 pp.
- Balderas-Valdivia, C. J., J. F. Mendoza Santos, y A. Alvarado Zink. 2014. Guía de Anfibios y Reptiles: Divulgación de la Ciencia y Educación Ambiental, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Dirección General de Divulgación de la Ciencia. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 80 pp.
- Berriozabal-Islas, C. 2012. Riqueza y diversidad herpetofaunística del bosque tropical, cafetales y potreros del municipio de Huehuetla, Hidalgo, México. (Tesis de licenciatura). México: Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
- Cadena-Rico, S., A. Leyte-Manrique, y U. Hernández-Salinas. 2020. Herpetofauna de la cuenca baja del río Temascatio, Irapuato, Guanajuato, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 36:1-14. <https://doi.org/10.21829/azm.2020.3612231>
- Canter, L. W. 1999. Manual de evaluación de impacto ambiental: Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. McGraw Hill. Colombia. 841 pp.
- Casas-Andreu, G., G. Valenzuela-López, y A. Ramírez-Bautista. 1991. Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles. Cuaderno del Instituto de Biología, UNAM, México, D.F., 68 pp.
- Cervantes-Huerta, R., F. Escobar, J. H. García-Chávez, y A. González-Romero. 2017. Atropellamiento de vertebrados en tres tipos de carretera de la región montañosa central de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. 33:472-481.
- Cruz-Elizalde, R., A. Ramírez-Bautista, U. Hernández-Salinas, I. Magno-Benítez, y A. García-Rosales. 2018. Riqueza y diversidad de anfibios y reptiles en algunas Áreas Naturales Protegidas del Valle de México. Pp. 5-17. En: Ramírez-Bautista, A. & R. Pineda-López, R. (Eds.). *Ecología y conservación de fauna en ambientes antropizados*. REFAMA- CONACYT-UAQ. México. 403 pp.
- Faden, R. & T. Beauchamp. 1986. A history and theory of informed consent. Oxford, Oxford University Press. 237 pp.
- Fernández-Badillo, L., I. Zuria, J. Sigala-Rodríguez, G. Sánchez-Rojas, y G. Castañeda-Gaytán. 2021. Revisión del conflicto entre los humanos y las serpientes en México: origen, mitigación y perspectivas. *Animal Biodiversity and Conservation*, 44.2: 153-174, Doi: <https://doi.org/10.32800/abc.2021.44.0153>
- Flores Villela, O. A. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y Conservación en México: Vertebrados, Vegetación y Uso de Suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 5ta edición, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 91 pp.
- Hernández-Ordóñez, O. y I. Suazo-Ortuño, 2016. Anfibios y reptiles en bosques tropicales y subtropicales en ambientes afectados por actividades agropecuarias; una revisión global. Pp: 157-178. En: Ramírez-Bautista, A. & R. Pineda-López (Eds.). *Fauna Nativa en Ambientes Antropizados*, CONACYT-UAQ. Querétaro, México. 237 pp.
- Herpetología Mexicana. 2021. Inventario de la Herpetofauna de México. <https://herpetologiamexicana.org/inventario-de-especies/> (consultado el 10/11/2021).
- Jiménez-Sierra, C.L., J. Sosa-Ramírez, P. Cortés-Calva, A. Breceda-Solís-Cámara, L.I. Íñiguez Dávalos, y A. Ortega-Rubio. 2014. México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas. *Investigación y Ciencia*. 22(60): 16-22.
- Lazcano-Villarreal, D., M. A. Salinas-Camarena, y J. A. Contreras-Lozano. 2009. Notes on Mexican Herpetofauna 12. Are roads in Nuevo León, Mexico, taking their toll on snake populations. *Bulletin of Chicago Herpetological Society*. 44: 69-75.
- Leyte-Manrique, A., A. A. Buelna-Chontal, M. A. Torres-Díaz, C. Berriozabal-Islas, C. A. y Maciel-Mata. 2019. A comparison of amphibian and reptile diversity between disturbed and undisturbed environments of Salvatierra, Guanajuato, Mexico. *Tropical Conservation Science*. 12: 1-12. <https://doi.org/10.1177/1940082919829992>
- Leyte Manrique, A., C. Berriozabal-Islas, V. Mata-Silva, y J. P. Morales-Castorena. 2018. Herpetofaunal diversity in Área Natural Protegida Las Musas, Guanajuato. *Mesoamerican Herpetology*, 5(1): 121-136.

- Leyte-Manrique, A., J. P. Morales-Castorena, L. A. Escobedo-Morales. 2016b. Variación estacional de la herpetofauna en el Cerro del Veinte, Irapuato, Guanajuato. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87(1): 150-155.
- Mendoza-Quijano, F., S. M. Meneses-Mayo, V. H. Reynoso-Rosales, M. A. Estrada-Hernández, y M. Rodríguez-Blanco. 2001. Anfibios y reptiles de la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato: Cien años después. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoológica*. 72(2): 233-243.
- Macip-Ríos, R, y G. Casas-Andreu. 2008. Los cafetales en México y su importancia para la conservación de los anfibios y reptiles. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 24(2):143-159.
- Midtgaard, R. 2021. RepFocus - A survey of the reptiles of the world. E-book published by the author. Middelfart, Denmark. <http://repfocus.dk/Serpentes>. (consultado el 10/08/2021).
- Oldham, R., D. Lathan, D. Hilt-Brown, M. Towns, A. Cooke, y A. Burn. 1997. The effect of ammonium nitrate fertilizer on frog (*Rana temporaria*) survival. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 61: 69-74.
- Pacheco-Figueroa, C. J., J. D. D. Valdez-Leal, L. M. Gama-Campillo, E. J. Gordillo-Chávez, E. J. Moguel-Ordoñez, L. J., Rangel Ruíz, R. García-Morales, E. E. Mata Zayas, y R. del C. Luna Ruíz. 2015. Sistemas agrícolas como refugio de herpetofauna en zonas de acreción-retroceso y erosión costera, en Tabasco, México. *Agro productividad*, 249: 74-79.
- Pineda, E., y G. Halffter. 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>
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde, C. Berriozabal- Islas, D. Lara-Tufiño, I. Goyenechea Mayer-Goyenechea, I, y J. Castillo-Cerón. 2014. Los anfibios y reptiles de Hidalgo, México: Diversidad, biogeografía y conservación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y Sociedad Herpetológica Mexicana, México, D.F. 387 pp.
- Ruiz, O. 2006. Enfoque de sistemas y agroecosistemas. Pp: 27-35. En: López, O., S. Ramírez, M. Ramírez, G. Moreno & A. Alvarado. (Eds). *Agroecología y agricultura orgánica en el trópico*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-Universidad Autónoma de Chiapas.
- Rzedowski, J., y G. Calderón de Rzedowski. 1987. El bosque tropical caducifolio de la región mixteca del Bajío. *Trace*, 12:12-21.
- Smith, H. M., y E. H. Taylor. 1966. Herpetology of Mexico. Annotated checklist and keys to amphibians and reptiles. A print of *Bulletins 187, 194 and 199 of the United States National Museum* whit list of subsequent taxonomic innovation. Eric Lundberg, Asthon Maryland, USA. 253 pp.
- Urbina-Cardona, J. N, M. Olivares-Pérez, y V. H. Reynoso. 2006. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture-edge-interior ecotone in tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological Conservation*, 132: 61-75.
- Uetz, P., P. Freed, R. Aguilar, y J. Hošek (eds.). 2021. The Reptile Database. <http://www.reptile-database.org> (consultado el 20/08/2021).
- Valle Rodríguez, S. 2006. Las Áreas Naturales de México. Un ejemplo de propuesta de gestión de un Área Protegida y plan de manejo en la "Sierra de Monte Escobedo" (Zacatecas, México). Tesis Doctoral, Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Barcelona, España, 225 pp.
- Van Horne, B. 1983. Density as a misleading indicator of habitat quality. *The Journal of Wildlife Management*, 47:893-901.
- VertNet. 2021. <http://vertnet.org/> (consultado el 15/06/2020).
- Walter, F., y B. Brooks. 2009. Diagnóstico pesquero y acuícola de Guanajuato. Gobierno del Estado de Guanajuato. SAGARPA y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. México, D.F. 155 pp.

