

Diversidad de anfibios y reptiles silvestres en un agroecosistema de El Salvador: implicaciones socioecológicas

Oscar Wilfredo Paz Quevedo
Universidad de El Salvador. El Salvador.
oscarwilfredopaz@gmail.com
<https://0000-0002-3010-0366>
[Recibido 25/2/23 - Aprobado 17/3/23](#)

Resumen

El área de estudio es un pequeño fragmento aislado de selva mediana subcaducifolia, inmerso en extensos sembradíos de arroz, frijoles, caña de azúcar y pastizales, propiedad de pequeños parceleros, campesinos arrendatarios y cooperativistas. Se ubica en la franja limítrofe entre la planicie costera y la cadena montañosa reciente, a 150 msnm (3°31'40.07" N y 88°57'24.14" W). El propósito del estudio fue determinar la diversidad herpetofaunística, su vinculación con la fragmentación del ecosistema, y sus implicaciones socioecológicas. Los muestreos se realizaron durante la transición época seca-lluviosa (abril-junio de 2014), mediante búsqueda intensiva en transectos. Se registraron 307 individuos, pertenecientes a 19 especies (siete de anfibios y 12 reptiles). Las especies más abundantes en los anfibios fueron: ranita túngara (*Engystomops pustulosus*) y rana trepadora (*Smilisca baudinii*) (21 y 20 % respectivamente); mientras que en reptiles fueron: lagartija arcoíris *Holcosus undulatus* y tortuga estuche (*Kinosternon scorpioides*) (26 y 14 % respectivamente). Esta comunidad herpetofaunística presenta una diversidad total alta ($R_1=3.14$, $H' = 2.2$), pero con baja dominancia de especies ($D = 0.14$). Lo cual puede conducir a la sustitución total de la comunidad a corto plazo, con prevalencia de especies propias de zonas perturbadas o modificadas, implicando efectos socio ecológicos negativos para los pobladores locales.

Palabras clave: aislamiento, fragmentación, herpetofauna, microhábitats, socioecológico

Abstract

The study area is a small, isolated fragment of medium subdeciduous forest, immersed in extensive fields of rice, beans, sugar cane and pastures, owned by smallholders, tenant farmers and cooperatives. It is located on the border strip between the coastal plain and the recent mountain range, at 150 meters above sea level (3°31'40.07" N and 88°57'24.14" W). The purpose of the study was to determine herpetofaunistic diversity, its link with ecosystem fragmentation, and its socio-ecological implications. The samplings were carried out during

the dry-rainy season transition (April-June 2014), using intensive search in transects. 307 individuals belonging to 19 species (seven amphibians and 12 reptiles) were recorded. The most abundant species in amphibians were: tungara frog (*Engystomops pustulosus*) and baudin's tree frog (*Smilisca baudinii*) (21 and 20 % respectively); while in reptiles they were: rainbow holcosus *Holcosus undulatus* and scorpion mud turtle (*Kinosternon scorpioides*) (26 and 14 % respectively). This herpetofaunistic community presents a high total diversity ($R_1 = 3.14$, $H' = 2.2$), but with low species dominance ($D = 0.14$). This can lead to the total replacement of the community in the short term, with prevalence of species typical of disturbed or modified areas, implying negative socio-ecological effects for local people.

Keywords: isolation, fragmentation, herpetofauna, microhabitats, socio-ecological

Introducción

Los anfibios y reptiles (herpetofauna) son importantes ecológicamente por su participación en el flujo de energía, así como también lo son para las poblaciones humanas, ya que brindan servicios ecosistémicos importantes (Siliceo Cantero, 2021). Entre ellos podemos enumerar el control poblacional de organismos defoliadores y de roedores, además de participar en la polinización y dispersión de semillas.

En el periodo conocido como Antropoceno, las actividades humanas han exacerbado las afectaciones para este grupo, principalmente por el cambio en el uso del suelo, donde se incluye la deforestación para plantaciones, ganadería y pastizales, así como la creación o ampliación de zonas urbanas. Como consecuencia se tiene la pérdida de la estructura de sus hábitats, lo que conlleva la reducción o desaparición de refugios, una amplia gama de sitios para termorregular, alimentarse y para participar de actividades reproductivas.

En el caso particular de El Salvador, sus ecosistemas naturales han sufrido una acelerada transformación y substitución por agroecosistemas, a consecuencia del cambio en el uso del suelo, por cultivos anuales, cultivos perennes, pastizales para la ganadería extensiva, además de un aprovechamiento inadecuado de los recursos forestales. Estos cambios, también han provocado modificaciones en la estructura y composición de la vida silvestre, especialmente en la diversidad y abundancias de las especies de los remanentes de selvas por la fragmentación, dejando pequeños focos aislados de vegetación nativa con su fauna asociada (Solórzano, 2019).

Esta fragmentación del hábitat natural subdivide comunidades animales, reduce el tamaño de las poblaciones y aumenta la vulnerabilidad a la extinción de especies (Jellinek et al., 2004), y para (Pérez et al., 2006), en El Salvador, los pocos fragmentos de bosques que aún subsisten conservan un alto grado de endemismo y contribuyen a la diversidad biológica nacional.

De acuerdo a otros autores, la fragmentación es la división progresiva de un hábitat relativamente continuo, en un conjunto de fragmentos aislados y de menor tamaño, que quedan encerrados en una matriz de hábitat degradado, cualitativamente muy diferente al original (Gutiérrez, 2002; Jstor, 2007), de tal modo que a los fragmentos de hábitats se les considera como "islas" embebidas en un "mar" denominado matriz, que es considerada

un medio totalmente hostil para todos los organismos. Además, este modelo supone que las condiciones ambientales previas a la fragmentación son homogéneas, al igual que las existentes dentro de los fragmentos (Valdés, 2011).

En cuanto a la relación de abundancia y riqueza de herpetofauna, en hábitats fragmentados, los valores más altos están asociados con la complejidad de los hábitats (Gardner et al., 2007). Así, la presencia de especies de anfibios y reptiles en un área se incrementa con la disponibilidad de cobertura vegetal y, disminuye cuanto mayor subdividido está el hábitat (Valdés, 2011).

En los últimos años el número de estudios sobre la herpetofauna en Centroamérica se ha incrementado, sin embargo, el conocimiento generado sigue siendo insuficiente y existen localidades que permanecen sin ser estudiadas (Casas-Andreu et al., 2004). Tal es el caso de nuestro país, donde la herpetofauna está representada por 33 especies de anfibios y 100 de reptiles (Köhler, 2006; Kernan y Serrano 2010; MARN, 2010); pero la mayoría de los estudios se han realizado en la zona occidental (Pérez, 2022), y los únicos registros de herpetofauna para el departamento de La Paz son los de López y Enrique (2011).

En razón de lo expresado, el presente estudio intenta aportar conocimiento sobre la biodiversidad de los anfibios y reptiles en un fragmento aislado de selva mediana subcaducifolia inmerso en un agroecosistema, en la zona paracentral de El Salvador, municipio de Santiago Nonualco y sus implicaciones socioecológicas.

Metodología

La selección del sitio de estudio, en el cantón San Sebastián Abajo, Municipio de Santiago Nonualco, se realizó a partir de recorridos previos por el agroecosistema mientras el autor recababa información para otro proyecto socioecológico. El fragmento se mostró muy singular, por la detección de varias especies faunística, en particular anfibios y reptiles, confinados en un área relativamente pequeña; también se entablaron conversaciones no formales con algunos habitantes del sector, quienes dieron testimonio de la abundancia de especies silvestres observadas por ellos en el transcurso de los últimos años, lo cual motivó el inicio de esta investigación.

Descripción Socioeconómica del Área de Estudio

El área de estudio se ubica en la ruralidad del municipio de Santiago Nonualco del Departamento de La Paz, en la zona paracentral de El Salvador, cuya extensión es de 126 km², con una población de 40,226 habitantes de los cuales 11,606 conforman el sector urbano y 28,620 el sector rural, presentándose una media poblacional de 319 habitantes por Km². La actividad agrícola absorbe el mayor número de personas, empleando el 55% de la población ocupada, en segundo lugar, está la actividad comercial con el 11% y, en tercer lugar, la industria manufacturera con el 10.30%.

Los propietarios de los cultivos son mayormente parceleros, arrendatarios de parcelas o

cooperativistas, sin presencia de latifundistas. El municipio cuenta además con un tiangué muy floreciente, con dos mercados municipales, cuya actividad comercial atrae comerciantes de todo el país, dándose cita los días domingos, martes y jueves principalmente.

Otra actividad artesanal es la fabricación de sombreros de palma, canastos de bambú, dulce de panela, almidón extraído de la yuca y productos lácteos. Además, existe el comercio de ganado vacuno en gran escala. Pero el principal uso del suelo corresponde a la siembra de maíz, arroz, caña de azúcar, frutales, pastos, fragmentos de bosques y corredores ribereños (Morales y Castillo, 2013; Pérez, 2022).

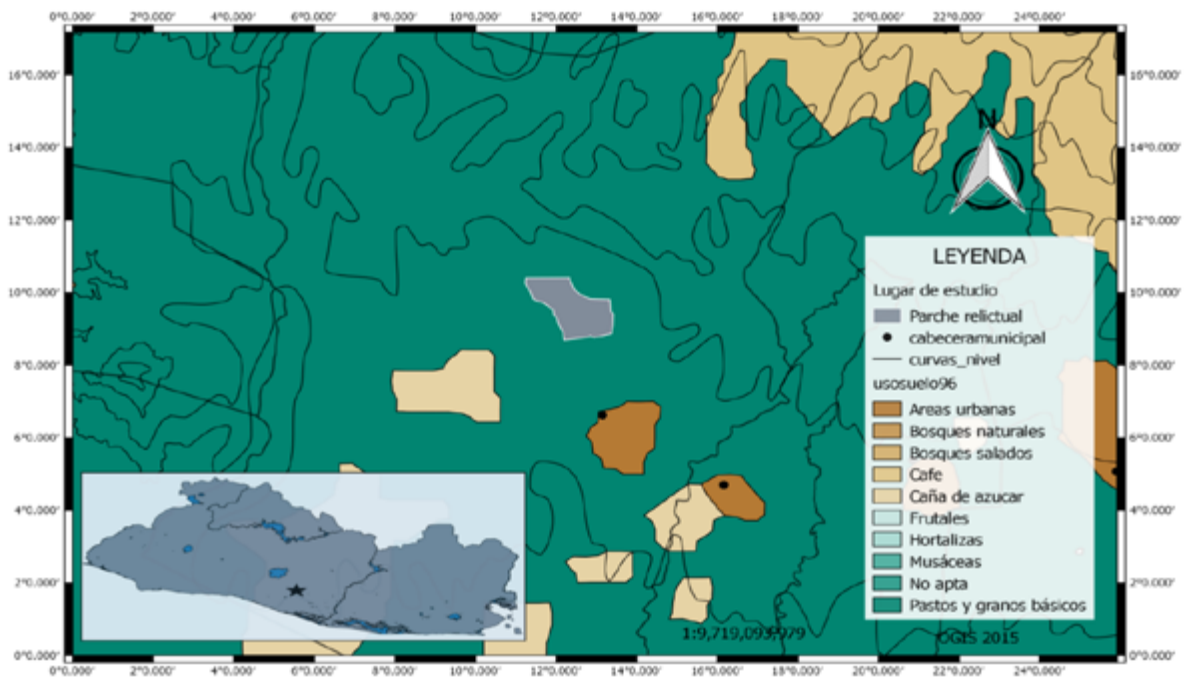
Descripción Biofísica del Área de Estudio

La investigación se desarrolló, en un fragmento con características ecosistémicas de selva mediana subcaducifolia de 30 ha de extensión ($13^{\circ}31'40.07''$ N y $88^{\circ}57'24.14''$ W) (Figura 1), con altitud de 150 msnm, dentro de la zona de vida bosque seco tropical (Romero, 2013). La temperatura anual promedio es de 25°C , la humedad relativa de 78 % y la precipitación media anual de 1800 mm (MARN, 2014; Pérez, 2022). La cobertura vegetal del agroecosistema la constituyen cultivos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), Maíz (Sea mays), Arroz (*Oryza sativa*), pastizales, bosque secundario y arbolado disperso. Las especies arbóreas comunes en el fragmento de bosque son: *Enterolobium cyclocarpum*, *Bursera simaruba*, *Cecropia peltata*, *Sapium macrocarpum*, *Acacia cornígera*, *Brosimum alicastrum* y *Castilla elástica*. Mientras que a la vera de los riachuelos y quebradas se detectó abundante bijagua o bijao (*Calathea lutea*) (Pérez, 2022).

Método de Muestreo de la Herpetofauna

Se realizaron 12 muestreos entre abril y junio de 2014. Se aplicó la técnica de búsqueda intensiva de acuerdo a Díaz (2012), en tres transectos de 500 m con rumbo N-S, de 8:00 a 13:00 h y de 17:00 a 21:00 h. Se hicieron recorridos al azar sobre los transectos y se revisaron los microhábitats en los que potencialmente se podrían localizar los anfibios y reptiles; los microhábitats se clasificaron de acuerdo al uso en cuatro categorías: terrestre (en el piso), arborícola (sobre ramas u hojas de árboles), ripario (dentro de cuerpos de agua o en su vegetación próxima) y estructura humana (muros, paredes, cercas y otras), según lo recomendado por Gutiérrez-Mayén y Salazar (2006) y Martín-Regalado et al., (2011). La identificación de las especies se realizó por comparación con guías de campo (Marineros 2000; Köhler et al., 2006; Köhler, 2011) y la consulta de fotografías a expertos nacionales y extranjeros.

Figura 1. Ubicación geográfica del fragmento de selva mediana subcaducifolia, Santiago Nonualco, La Paz



Análisis ecológico de datos

La riqueza máxima de especies se determinó a través del estimador Chao 2. Con los valores máximos calculados de riqueza, se determinó el porcentaje de representatividad del estudio. También se construyó una curva de acumulación de especies (Castañeda-Gaytán et al., 2012).

Se calcularon cuatro índices ecológicos: Margalef (D_{Mg}) y Shannon-Wiener (H') (Moreno, 2001; Magurran, 2004; Paredes et al., 2012), Simpson (D) y Pielou (J). Los cálculos se procesaron en el programa Microsoft Excel. Para determinar la preferencia por un determinado microhábitat, se consideró el número de especies que se observó en cada uno de ellos.

Resultados

La comunidad herpetofaunística identificada, estuvo constituida por siete especies de anfibios, una tortuga, 11 lagartijas y dos serpientes. De las 13 especies de anfibios registrados en el departamento de La Paz por López y Enrique en 2011, seis se encontraron en este estudio. En cuanto a los reptiles, se identificaron 10 de las 24 especies registradas para el Departamento de La Paz, por los mismos autores.

Composición de la herpetofauna

Con 54 horas efectivas de trabajo de campo se obtuvieron 313 registros visuales y se obtuvo un total de 21 especies, pertenecientes a 19 géneros, 14 familias y tres órdenes. De todas las especies detectadas, el 33% (siete especies) son anfibios correspondientes a cinco géneros y cinco familias, y el 67% (14 especies: una tortuga, 11 lacertilios y dos serpientes) son reptiles pertenecientes a 12 géneros y 9 familias. Las familias más diversas entre los anfibios fueron Bufonidae e Hylidae con dos especies cada una; entre los reptiles las familias más diversas fueron Iguanidae y Dactyloidae con tres especies cada una (Tabla 1).

Las especies con mayor abundancia fueron los anfibios *Leptodactylus melanonotus* (N=67, 21.4%), *Smilisca baudini* (N=64, 20.4%), y *Engystomops pustulosus* (N= 55, 17.6%), mientras que *Iguana iguana*, *Anolis macrophallus*, *Mabuya unimarginata*, *Boa constrictor* y *Stenorrhina freminvillii* son las que presentan menor abundancia en los reptiles (N=1, 0.3% cada especie) (Figura 2).

Riqueza de especies

La curva de acumulación de especies mostró un incremento que no refleja la asíntota al finalizar las jornadas de muestreos, por lo que aún quedan especies de anfibios y reptiles por añadir al inventario (Figura 3). El estimador no paramétrico Chao 2 indicó que es posible registrar hasta 27 especies, es decir 6 más; por lo tanto, se identificó el 78% de la riqueza herpetofaunística del bosque.

Tabla 1. Composición de la herpetofauna en el fragmento de selva mediana subcaducifolia, Santiago Nonualco, La Paz, El Salvador

Clase	Orden	Suborden	Familia	Géneros	Especies
Amphibia	Anura		Bufonidae	2	2
			Leiuperidae	1	1
			Hylidae	2	2
			Leptodactylidae	1	1
			Ranidae	1	1
Reptilia	Testudines		Geoemydidae	1	1
	Squamata	Sauria	Sphaerodactylidae	1	1
			Gekkonidae	1	1
			Iguanidae	3	3
			Dactyloidae	1	3
			Scincidae	1	1
			Teiidae	2	2
			Serpentes	Boidae	1
		Colubridae		1	1
	TOTAL			14	19

Figura 2. Abundancia absoluta de las especies de herpetofauna en el fragmento de selva mediana subcaducifolia, Santiago Nonualco, La Paz, El Salvador

Figura 2. Abundancia absoluta de las especies de herpetofauna en el fragmento de selva

mediana subcaducifolia, Santiago Nonualco, La Paz, El Salvador

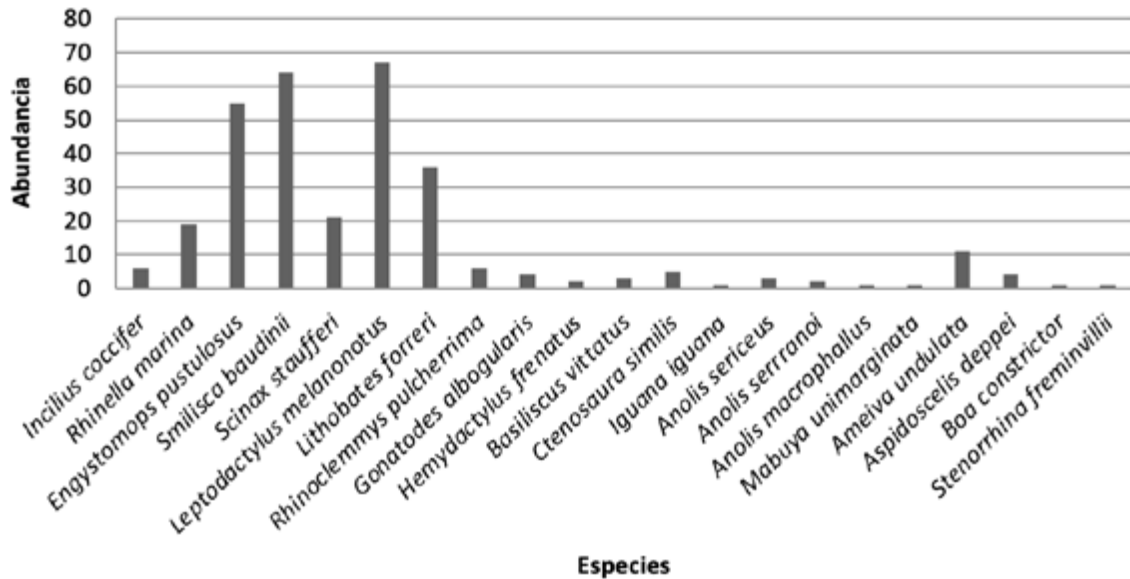
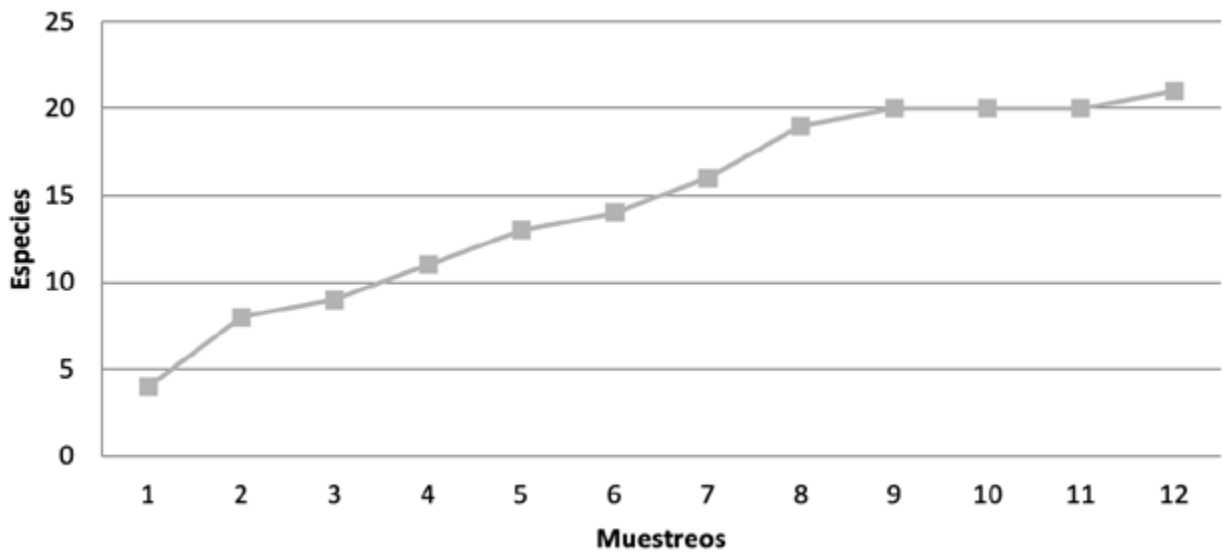


Figura 3. Curva de acumulación de las especies de herpetofauna en el fragmento de selva mediana subcaducifolia, Santiago Nonualco, La Paz, El Salvador



Diversidad y dominancia

Considerando los criterios de interpretación del índice de Margalef (valores inferiores a 2 indican baja diversidad), el área de estudio presenta una alta diversidad $D_{Mg}=3.48$. El valor de índice de Shannon-Wiener, se relaciona con el de Margalef, puesto que también sugiere una alta diversidad, $H'=2.5$ (rango de interpretación: 0-3.1). El índice de Simpson muestra una baja dominancia de especies $D=0.14$, resultado que concuerda con el índice de Pielou

$J' = 0.74$, reflejando así una alta equidad entre los individuos de las especies.

Microhábitats

Se encontraron 12 especies en el microhábitat terrestre; ocho en el arborícola y en el ambiente ripario; y una especie en las estructuras humanas. Solo dos especies fueron ubicadas simultáneamente en los tres microhábitats (*Smilisca baudini* y *Basiliscus vittatus*), cuatro especies solo en dos, y 15 en solo un microhábitat (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de la herpetofauna en diferentes microhábitats del fragmento de selva mediana subcaducifolia, Santiago Nonualco, La Paz, El Salvador

Especies	Microhábitats			
	Terrestre	Arborícola	Ripario	Estructura humana
<i>Incilius coccifer</i>	X		X	
<i>Rhinella marina</i>	X		X	
<i>Engystomops pustulosus</i>			X	
<i>Smilisca baudinii</i>	X	X	X	
<i>Scinax staufferi</i>		X		
<i>Leptodactylus melanonotus</i>			X	
<i>Lithobates forreri</i>	X		X	
<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	X		X	
<i>Gonatodes albogularis</i>	X			
<i>Hemidactylus frenatus</i>				X
<i>Basiliscus vittatus</i>	X	X	X	
<i>Ctenosaura similis</i>	X			
<i>Iguana iguana</i>		X		
<i>Anolis sericeus</i>		X		
<i>Anolis serranoi</i>		X		
<i>Anolis macrophallus</i>		X		
<i>Mabuya unimarginata</i>	X			
<i>Holcosus undulatus</i>	X			
<i>Aspidoscelis deppei</i>	X			
<i>Boa constrictor</i>		X		
<i>Stenorrhina freminvillii</i>	X			
TOTAL	12	8	8	1

Discusión

Los resultados globales, representaron el 16% de la herpetofauna nacional, lo cual indica preliminarmente una comunidad robusta. Sin embargo, la época en que se realizó el estudio (transición seca-lluviosa), determinó que los registros de anfibios se incrementaron a medida aumentaron las precipitaciones; creándose charcas temporales en el ambiente ripario aprovechadas por algunas especies, coincidiendo con lo encontrado por Fredericksen y Fredericksen (2001) y Angarita-Sierra (2014).

A pesar de la alta biodiversidad de especies que se encontró, éstas son consideradas generalistas (Rey, 2009), es decir, han colonizado diversos hábitats y han desarrollado mecanismos que les permiten la supervivencia ante los cambios drásticos del entorno. Al parecer los géneros de anfibios *Leptodactylus*, *Smilisca* y *Engystomops*, son los que poseen mayor grado de adaptación, como lo señala Wells (2007) quien en su estudio encontró alta abundancia de especies de estos géneros en comparación con el resto.

Esta situación se explica por las características de sus ciclos de vida, pues han reducido notoriamente la dependencia del medio acuático, cualidad que les permiten ser especies dominantes en bosques, zonas agrícolas y potreros; además, esto les permite colonizar una mayor cantidad de hábitat y microhábitats.

Otra situación relevante fue que la mayoría de las especies enlistadas ocuparon solo un microhábitat, pero *Smilisca baudinii* y *Basiliscus vittatus* se encontraron en tres de los cuatro microhábitat estudiados. Además, las especies *M. unimarginata*, *A. undulatus* y *A. deppei*, a pesar de que solo se registraron en el ambiente terrestre, varios autores aseguran que pueden desplazarse constantemente al interior del bosque, en busca de alimento, por lo que se les considera especies generalistas (Martin-Regalado et al., 2011). La única especie que se observó utilizando estructuras humanas fue el gecko invasor de origen asiático, *Hemidactylus frenatus*, que ha logrado desplazar de las viviendas rurales al gecko nativo *Gonatodes albogularis*.

Varios autores, (Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona, 2008; Cáceres-Andrade y Urbina-Cardona, 2009; Cagnolo y Valladares, 2011) aseveran que la herpetofauna en ambientes tropicales fragmentados responde a cambios del entorno de distinta manera lo que no necesariamente se refleja en la abundancia o riqueza de especies, pero sí en la composición de la comunidad. Por lo tanto, la perturbación antropogénica que ha generado el fragmento estudiado, por la fragmentación del hábitat, induce a un cambio en la cobertura vegetal, que a su vez puede conducir a la sustitución de especies vulnerables, por especies propias de zonas perturbadas o modificadas antropogénicamente.

La modificación mencionada, es representativa de los agroecosistemas con múltiples cultivos; probablemente los anfibios sean los más afectados, dada su susceptibilidad a los agroquímicos usados en los cultivos circundantes del fragmento y a la intensidad solar de los suelos desnudos de vegetación. De manera contraria algunas especies de reptiles podrían beneficiarse de la actividad humana. Por ejemplo, *Hemidactylus frenatus* utiliza como refugio y sitio de forrajeo las estructuras construidas por el humano y los detritos vegetales resultantes de las cosechas. La población de *Boa constrictor*, como lo expresa Guerra-Centeno et al. (2014), podría incrementarse al aumentar la población de roedores en los cultivos agrícolas.

Las implicaciones que desde el enfoque socioecosistémico se pueden derivar, se manifiestan en el hecho que la alta biodiversidad herpetofaunística, aunque sea de especies generalistas, es de primordial importancia debido a su papel en el equilibrio de los ecosistemas y su relación con las comunidades rurales. En primer lugar, son depredadores importantes de otros animales, lo que ayuda a mantener el equilibrio ecológico en los ecosistemas.

Así, los sapos se alimentan de insectos y otros pequeños animales, mientras que las culebras se alimentan de pequeños mamíferos, aves y otros reptiles. Al controlar las poblaciones de estas especies, los sapos y culebras evitan que se produzcan brotes de plagas y enfermedades, lo que es un servicio ecosistémico fundamental para la salud de los humanos (Suarez Pardo, 2020).

Además, los anfibios y reptiles son indicadores importantes de la salud del ecosistema, ya que son muy sensibles a los cambios en el clima y en el medio ambiente. Si se produce un declive en sus poblaciones, puede ser una señal de que algo está mal en el ecosistema, como la pérdida de hábitat, o los efectos del cambio climático, entre otros (Aguilar et al., 2006; Leyte-Manrique et al., 2022).

Por último, este grupo faunístico también tiene una importancia cultural y económica para las comunidades locales. En el sector rural, se les atribuyen propiedades curativas y mágicas, además, algunas especies de sapos y culebras son utilizadas en la medicina tradicional para tratar diversas enfermedades. En términos económicos, la cría y venta de sapos y culebras para su uso en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética puede generar ingresos para muchas comunidades rurales en El Salvador.

Ortiz et al., (2017), llaman a estos fragmentos de selvas, “nichos de agrobiodiversidad”, por estar inmersos en paisajes fragmentados y uniformizados. Por ello proponen que pueden ser el pilar para establecer diálogo de saberes y conocimientos para la construcción conjunta de estrategias de sustentabilidad y resiliencia socioecológica con los habitantes de la ruralidad, desde la visión del aprovechamiento de los servicios ecosistémicos de algunos huertos tradicionales, o en este caso, de la herpetofauna, por los servicios ecosistémicos que prestan para el bienestar de los pobladores locales.

En resumen, la biodiversidad herpetofaunística es fundamental para la salud de los ecosistemas y para el bienestar de las comunidades locales y la conservación de estas especies es esencial para garantizar un futuro sostenible para los pobladores del área de influencia de estos nichos de agrobiodiversidad.

Conclusiones

Los anfibios y reptiles cumplen un papel importante en los ecosistemas, tanto naturales como modificados, ya que se alimentan de una amplia variedad de presas, incluyendo insectos y pequeños mamíferos, plagas y otros reptiles. A su vez, éstos también son presas para otras especies, lo que contribuye a mantener el equilibrio ecológico.

Sin embargo, la biodiversidad de este grupo se encuentra amenazada por la pérdida de hábitat, la contaminación, la introducción de especies exóticas y el cambio climático. Por lo

tanto, es importante tomar medidas para conservar estas especies y sus hábitats, ya que su desaparición puede tener graves consecuencias para los ecosistemas y para la sociedad en general.

La herpetofauna a nivel local rural, es parte de los socioecosistemas ya que su presencia y su relación con otros elementos del ecosistema (como los agricultores y otros seres vivos) influyen en la calidad de vida y en la sostenibilidad del medio ambiente. Por ejemplo, los anfibios y las serpientes pueden ser beneficiosos para la agricultura, ya que se alimentan de insectos y otros animales que pueden dañar los cultivos. Además, algunas especies de sapos son utilizadas como bioindicadores para evaluar la salud del medio ambiente, ya que son sensibles a los cambios en la calidad del agua y del aire.

Pese a ello, también es importante considerar las interacciones negativas fauna-pobladores locales, en estos sistemas socioecológicos, manifestadas en frecuentes hallazgos de serpientes muertas por arma blanca o aplastadas producto del temor a mordeduras en humanos o ganado doméstico. Asimismo, la introducción no deliberada de especies exóticas de anfibios o reptiles, por el escape de herpetomascotas, puede tener efectos negativos sobre las especies nativas y sobre el equilibrio ecológico del ecosistema.

Dentro del grupo de anfibios y reptiles hay especies con diferentes grados de resiliencia, lo que se debe en gran medida a sus hábitos. Por ejemplo, las especies arbóreas se ven directamente afectadas por la pérdida de la vegetación; hay especies con hábitos alimentarios muy específicos y pueden desaparecer si su fuente de alimento se pierde con la transformación del hábitat.

Igualmente, hay especies con poca tolerancia a cambios en su temperatura corporal e hidratación, por lo que la pérdida del dosel afecta su persistencia en el hábitat transformado. Por el contrario, aquellas especies que no son especialistas en sus hábitos de locomoción, alimentación y que son más tolerantes a cambios en su temperatura corporal e hidratación, son las que suelen persistir en los hábitats transformados.

El cambio en el uso del suelo resulta en la desaparición o migración de muchas especies y la persistencia de unas cuantas, tal cual es el caso de la herpetofauna estudiada en un fragmento de selva mediana subcaducifolia, en Santiago Nonualco, La Paz, El Salvador.

Recomendaciones

Dado que la mayoría de la vegetación natural de El Salvador se encuentra notoriamente fragmentada, es necesario realizar investigaciones sobre las respuestas de la herpetofauna a los efectos de la pérdida del hábitat y sus consecuencias socioecológicas. Si se reconoce que los fragmentos de vegetación nativa pueden ayudar al mantenimiento de la diversidad biológica, se deben tomar estrategias a nivel nacional para la formulación y mantenimientos de los corredores que permiten el intercambio y mantenimiento de especies en los agroecosistemas de El Salvador.

Referencias

- Aguilar, A., Gómez, A. y Agudelo, C. (2006). Servicios ecosistémicos brindados por los anfibios y reptiles del neotrópico: una visión general. *Capital Natural Colombia*, 2(1), 6-9.
- Angarita-Sierra, T. (2014). Diagnóstico del estado de conservación del ensamblaje de anfibios y reptiles presentes en los ecosistemas de sabanas inundables de la cuenca del río Pauto, Casanare, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 38(146), 53-78.
- Cáceres-Andrade, S. y J. N. Urbina-Cardona, J. N. (2009). Ensamblajes de anuros de sistemas productivos y bosques en el piedemonte llanero, departamento del Meta, Colombia. *Caldasia*, 31(1), 175-194.
- Cagnolo, L. y Valladares, G. (2011). Fragmentación del hábitat y desensamble de redes tróficas. *Ecosistemas*, 20(2-3):68-78.
- Carvajal-Cogollo, J. E. y 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 (4):397-416.
- Casas-Andreu, G., Méndez de la Cruz, F. R. y Aguilar-Miguel, X. (2004). Anfibios y reptiles. En A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez, y M. Briones-Salas (Eds.), *Biodiversidad de Oaxaca* (págs. 375-390). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Castañeda-Gaytán G., García-De la Peña, C. y García-Vázquez, U. O. (2012). Diversidad y distribución de la herpetofauna de la sierra de Jimulco en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco, Torreón, Coahuila. Universidad Juárez del Estado de Durango. Escuela Superior de Biología. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. GT008. México, D. F.
- Díaz F., V. U. (2012). Anfibios y reptiles de la reserva ecológica cerro de las culebras, Coatepec, Veracruz. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. 79 p.
- Fredericksen, N. J. y Fredericksen, T. S. (2001). Impacto del aprovechamiento forestal selectivo en poblaciones de anfibios de un bosque tropical húmedo de Bolivia. Proyecto de manejo forestal sostenible. Santa Cruz, Bolivia. 20 p.
- Gardner, T. A., Caro, T., Fitzherbert, E. B., Banda, T. y Lalbhai, P. (2007). Conservation Value of Multiple-Use Areas in East Africa. *Conservation Biology* 21, 1516-1525.
- Guerra-Centeno, D., Morán-Villatoro, D., Fuentes-Rousselin, H., Meoño-Sánchez, E. y Valdez-Sandoval, C. (2014). Riqueza de herpetofauna de la reserva natural privada Los Tarrales, Cuenca del Lago Atitlán, Guatemala. *Anales de Biología*, 36: 23-31.
- Gutiérrez, D. (2002). Metapoblaciones: un pilar básico en biología de conservación. *Ecosistema*, XI (3).
- Gutiérrez-Mayén, M. G. y Salazar; J. A. (2006). Herpetofauna de los municipios de Camocuautla, Zapotitlán de Méndez y Huitzilán de Serdán, de la Sierra Norte de Puebla. En A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez, y Mendoza-Quijano, F. (Eds.), *Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad* (págs.

- 197-223). México: Sociedad Herpetológica Mexicana.
- Jellinek, S., D. A. Driscoll y Kirkpatrick, J. B. (2004). Environmental and Vegetation Variables Have a Greater Influence than Habitat Fragmentation in Structuring Lizard Communities in Remnant Urban Bushland. *Austral Ecol.* 29: 294-304.
- Jstor. 2007. In Saunders, D., Hobbs, R. y C. Margules. (1991). Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology*, 5 (1), 18-32.
- Kernan, S. B. y F. Serrano. (2010). Informe sobre bosques tropicales y biodiversidad en El Salvador. San Salvador, El Salvador. 134 p.
- Köhler, G. (2011). Amphibians of Central American. Offenbach: Herpeton Verlag. 376 p.
- Köhler, G., Veselý, M. y Greenbaum, E. (2006). The Amphibians and Reptiles of El Salvador. Melbourne: Krieger Press. 238 p.
- Leyte-Manrique, A., Balderas-Valdivia, C. J., Cadena-Rico, S. y Ballesteros-Barrera, C. (2022). Los agroecosistemas como refugios de la biodiversidad: El caso de los anfibios y reptiles. *Biología y Sociedad*, 5(9), 37-47.
- López, W. y Enrique, W. (2010). Ficha informativa de los humedales de Ramsar, Complejo Jaltepeque (FIR/CJ). 20 p.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Oxford: Blackwell, 256 p.
- Marineros, L. (2000). Las serpientes de Honduras. Secretaria de Recursos naturales y Ambiente. 252 p.
- Martín-Regalado, C. N., Gómez-Ugalde, R. M. y Cisneros-Palacios, M. E. (2011). Herpetofauna del Cerro Guiengola, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana* 27(2): 359-376.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2000). Colección de CD's: sistema de información geográfica.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2010). IV Informe Nacional al Convenio sobre la Diversidad Biológica. San Salvador, El Salvador. 156 p.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2014). Boletín climatológico anual. 15 p.
- Morales, U. y Castillo, O. (2013). Migración, ciudadanía y desarrollo local: "una mirada desde el municipio de Santiago Nonualco". Tesis de maestría.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. 84 p.
- Ortíz, S., De la Pava, R. y Quiroga, C. (2017). Agrobiodiversidad y cultura: un análisis desde el lugar y los agroecosistemas en la cuenca alta del río Tunjuelo en Bogotá. *Entorno Geográfico*, (13), 18-18.
- Paredes, J., López, M., Flowers, W., Medina, M., Herrera, P. y Peralta, E. (2012). Medición de la

biodiversidad alfa de insectos en el Bosque “Cruz del Hueso” de Bucay, Guayas-Ecuador. Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador. 5 p.

- Pérez, C., O. J. y Zambrana, H. (2006). Estrategias y mecanismos financieros para el uso sostenible y la conservación de bosques. Proyecto FAO /UICN / HOLANDA (LNV-DK) / CCAD GCP/INT/953. 111 p.
- Pérez García, J. N. (2022). Diversidad y aspectos ecológicos de una comunidad de reptiles en un paisaje agropecuario del municipio de Santiago Nonualco, La Paz, El Salvador. Tesis de Maestría. Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica
- Rey B., J. M. (2009). La rareza de las especies. *Investigación y Ciencias*, 62-64.
- Rioja-Paradela, T., Carrillo-Reyes, A., Castañeda, G. y López, S. (2013). Diversidad herpetofaunística al norte de la laguna inferior, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 29(3): 574-595.
- Romero, B. (2013). Zonas de vida de la República de El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, dirección general de ordenamiento forestal, cuencas y riesgo. Soyapango, El Salvador. 24 p.
- Siliceo Cantero, H. (2021). Fauna en el antropoceno: el caso de los anfibios y reptiles. *Boletín de la SCME*, 1(7)
- Solórzano, F. Q. (Ed.). (2019). *Sociedad global, crisis ambiental y sistemas socio-ecológicos*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales.
- Suarez Pardo, A. (2020). Resiliencia en agroecosistemas. Un índice bajo el enfoque de sistemas socio-ecológicos. Tesis de maestría.
- Urbina-C, J. N. y M. C. Londoño-M. (2003). Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la Isla Gorgona, Pacífico colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 27(102):105-113.
- Valdés, A. (2011). Modelos de paisaje y análisis de fragmentación: de la biogeografía de islas a la aproximación de paisaje continuo. *Ecosistemas* 20(2-3):11-20.
- Wells, K. D. (2007). *The Ecology and Behavior of Amphibians*. Chicago: The University of Chicago Press. Ppags. 729-783.