



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**HERPETOFAUNA ASOCIADA A DOS SISTEMAS AGROFORESTALES EN
TABASCO, MÉXICO**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES

PRESENTA:

BIÓL. HUGO ENRIQUE CERINO QUEVEDO

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

M.C.A. MARÍA DEL ROSARIO BARRAGÁN VÁZQUEZ

EN CODIRECCIÓN:

DRA. LILIANA RÍOS RODAS

VILLAHERMOSA, TABASCO, A OCTUBRE 2025

Declaración de Autoría y Originalidad

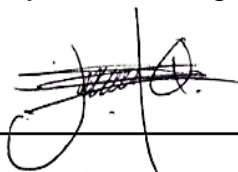
En la Ciudad de Villahermosa, el día 18 del mes septiembre del año 2025, el que suscribe **Hugo Enrique Cerino Quevedo**, alumno del Programa de Maestría en Ciencias Ambientales con número de matrícula **232G25005**, adscrito a la División Académica de Ciencias Biológicas, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autor de la Tesis presentada para la obtención del grado de **Maestro en Ciencias Ambientales** y titulada **Herpetofauna asociada a dos sistemas agroforestales en Tabasco, México**, dirigida por la M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez.

DECLARO QUE: La Tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor del 01 de Julio de 2020 regularizando y aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad o contenido de la Tesis presentada de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

Villahermosa, Tabasco a 18 de septiembre 2025.

Nombre y Firma del egresado



Biól. Hugo Enrique Cerino Quevedo



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**



SEPTIEMBRE 18 DE 2025

**C. HUGO ENRIQUE CERINO QUEVEDO
PAS. DE LA MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales titulado: **"HERPETOFAUNA ASOCIADA A DOS SISTEMAS AGROFORESTALES EN TABASCO, MÉXICO"**, asesorado por la MCA. María del Rosario Barragán Vázquez, sobre el cual sustentará su Examen de Grado, cuyo jurado integrado por la Dra. Claudia Elena Zenteno Ruiz, Dr. José del Carmen Gerónimo Torres, MCA. María del Rosario Barragán Vázquez, Dra. Liliana Ríos Rodas y Dra. Judith Andrea Rangel Mendoza.

Por lo cual puede proceder a concluir con los trámites finales para fijar la fecha de examen.

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE

**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR**

U.J.A.T.
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente del Alumno.
C.c.p.- Archivo



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**

Villahermosa, Tab., a 18 de Septiembre de 2025

ASUNTO: Autorización de Modalidad de Titulación

**C. LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFE DEL DEPTO. DE CERTIFICACIÓN Y TITULACION
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
P R E S E N T E**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado, informo a usted, que en base al reglamento de titulación vigente en esta Universidad, ésta Dirección a mi cargo, autoriza al **C. HUGO ENRIQUE CERINO QUEVEDO** egresado de la Maestría en **CIENCIAS AMBIENTALES** de la División Académica de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** la opción de titularse bajo la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **"HERPETOFAUNA ASOCIADA A DOS SISTEMAS AGROFORESTALES EN TABASCO, MÉXICO"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarle afectuosamente.

A T E N T A M E N T E

**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**U.J.A.T.
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



DIRECCIÓN

C.c.p. - Expediente Alumno de la División Académica
C.c.p.- Interesado

Hugo Enrique Cerino Quevedo

Herpetofauna asociada a dos sistemas agroforestales en Tabasco, México

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:499913929

Fecha de entrega

17 sep 2025, 8:25 a.m. GMT-6

Fecha de descarga

22 sep 2025, 12:49 p.m. GMT-6

Nombre del archivo

Tesis de Maestría Hugo MCA.pdf

Tamaño del archivo

2.0 MB

91 páginas

21.732 palabras

125.642 caracteres

3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 14 palabras)

Exclusiones


- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad




N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
15 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	www.revista.ccba.uady.mx	<1%
2	Internet	dgsa.uaeh.edu.mx:8080	<1%
3	Publicación	Jenny del Carmen Estrada-Montiel, Lilliana Ríos-Rodas, Judith Andrea Rangel-Men...	<1%
4	Internet	apps1.semarnat.gob.mx:8443	<1%
5	Internet	doi.org	<1%
6	Internet	iefectividad.conanp.gob.mx	<1%
7	Publicación	Edison Jahir Duarte Ramos, Gladys Reinoso-Flórez. "Composición y estructura de l...	<1%
8	Internet	backend.aprende.sep.gob.mx	<1%
9	Internet	www.researchgate.net	<1%
10	Publicación	José Nicolás Pérez García. "DINÁMICA ESPACIAL DE REPTILES EN CUATRO COBERT...	<1%

Carta de Cesión de Derechos

Villahermosa, Tabasco a 18 de septiembre 2025.

Por medio de la presente manifestamos haber colaborado como autores en la producción, creación y realización de la obra denominada Herpetofauna asociada a dos sistemas agroforestales en Tabasco, México.

Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un período de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

COLABORADORES

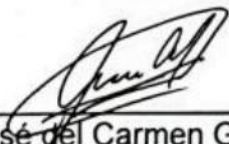


Biól. Hugo Enrique Cerino Quevedo



M.C.A María del Rosario Barragán
Vázquez

TESTIGOS



Dr. José del Carmen Gerónimo Torres



Dra. Lilia Ríos Rodas

DEDICATORIA

A mi padre, por ser ejemplo de fortaleza y constancia. Gracias por enseñarme que el trabajo honesto y la disciplina abren siempre el camino hacia adelante. Tus enseñanzas han sido guía en cada paso de mi vida.

A mi querida madre, por ser el corazón que me guía y la luz que nunca se apaga. Gracias por enseñarme a amar a los animales, a luchar con valentía y a mantenerme firme aun en medio de las tormentas. Tu ternura, tu fuerza y tu fe han sido el refugio más seguro en mi vida. "En mi cielo, el lucero que más brilla, el que ilumina cada paso y cada logro, siempre serás tú, mi mayor inspiración".

A mi hermano Eric, quien ha sido el pilar y soporte de nuestra familia. Gracias por asumir con entrega y fortaleza la responsabilidad de cuidar de todos, siempre con generosidad y sin esperar nada a cambio. Admiro tu dedicación y tu ejemplo, porque con tu esfuerzo has mantenido en pie lo más valioso que tenemos: nuestra familia.

En especial a mi hermano David, deseo que este esfuerzo te inspire a poner todo tu corazón en el estudio, porque la educación es la llave que te abrirá las puertas de tu futuro. Que este trabajo sea una motivación para que nunca dudes de tu capacidad y luches por todo lo que te propongas en la vida. Este logro también es tuyo, lo comparto contigo con todo mi cariño.

A Blacky y Rocky †, mis ángeles, que durante las noches de desvelo y cansancio estuvieron siempre a mi lado. Sin decir una sola palabra me demostraron amor y compañía incondicional. No son solo mis mascotas, son mi familia, mis hijos y lo que más amé en este proceso.

"Aun cuando la vida parecía imposible,
la perseverancia y la esperanza
me trajeron hasta aquí"

AGRADECIMIENTOS

A la M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez (Mtra. Charito) por su valiosa guía, paciencia y confianza durante el desarrollo de este trabajo. Sus conocimientos, consejos y dedicación fueron fundamentales para mi formación académica y profesional.

Al Dr. José del Carmen Gerónimo Torres por impulsarme a superar mis límites y demostrarme que siempre se puede ir más allá. Su exigencia y guía fueron clave para fortalecer mi disciplina y compromiso. Gracias por contribuir de manera tan significativa a mi formación como futuro investigador.

A la Dra. Liliana Ríos Rodas por su valioso apoyo y participación en el desarrollo de esta tesis. Sus comentarios, observaciones y disposición para ayudar enriquecieron significativamente este trabajo y mi aprendizaje durante todo el proceso.

Al comité revisor integrado por la Dra. Claudia Elena Zenteno Ruíz y la Dra. Judith Andrea Rangel Mendoza, por sus acertados comentarios para el enriquecimiento de este documento, de igual manera, por brindarme su confianza.

Al posgrado de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco a través de la División Académica de Ciencias Biológicas por haberme recibido y formarme como profesional.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo económico brindado a través de la beca de posgrado, el cual fue fundamental para la realización de esta investigación y para mi formación académica.

A mis colegas y compañeros de trabajo: M.C.A. Jenny Estrada Montiel y MVZ Braulio Miguel Gasser Jiménez, quienes me brindaron su apoyo durante los muestreos de campo. Su colaboración, entusiasmo y disposición fueron fundamentales para la recolección de datos. Así mismo a los guías de campo, el Sr. Luciano Flores y al Sr. Rómulo Olvera Sánchez, cuyo apoyo y orientación fueron esenciales para garantizar la seguridad, eficiencia y éxito de los muestreos, así como para enriquecer mi aprendizaje en el trabajo de campo.

Y a todas las personas que me apoyaron pero que por falta de espacio no pude mencionar.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I PROTOCOLO DE TESIS	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 ESTUDIOS DE HERPETOFAUNA EN AGROECOSISTEMAS.....	4
2.2 ESTUDIOS DE HERPETOFAUNA EN SISTEMAS AGROFORESTALES	5
2.3 HERPETOFAUNA COMO INDICADOR DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	7
3. JUSTIFICACIÓN	9
4. OBJETIVOS	11
5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	12
6. HIPÓTESIS	13
7. METODOLOGÍA.....	14
7.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	14
7.2 VEGETACIÓN	15
7.3 FISIOGRAFÍA.....	18
7.4 CLIMA.....	18
7.5 HIDROLOGÍA.....	18
7.6 EDAFOLOGÍA Y GEOLOGÍA.....	18
7.7 MUESTREO DE HERPETOFAUNA	19
7.8 ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	20
8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	22
9. REFERENCIAS CITADAS	23
CAPÍTULO II ARTÍCULO ENVIADO	30
CAPÍTULO III RESULTADOS Y CONCLUSIONES	63
10. RESULTADOS	64
10.1 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES	66
10.2 EQUIDAD.....	69
10.3 SIMILITUD	69
10.4 CURVA DE RANGO-ABUNDANCIA	70
10.5 VARIABLES AMBIENTALES	73
11. DISCUSIÓN	76
12. REFERENCIAS CITADAS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies de herpetofauna observadas, abundancia por sistema agroforestal y categorías de riesgo.	64
Tabla 2. Diversidad de herpetofauna observada en épocas de seca y lluvia.	69
Tabla 3. Especies compartidas (*) y valores de similitud entre sistemas agroforestales en épocas de seca y lluvia.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de los sistemas agroforestales en la localidad de Villa de Guadalupe, Huimanguillo, Tabasco. SAA: sistema agroforestal A; SAB: sistema agroforestal B.	14
Figura 2. Vista general del sistema agroforestal A.	16
Figura 3. Vista general del sistema agroforestal B.	17
Figura 4. Curvas de acumulación de especies de herpetofauna en el sistema agroforestal A: a) Comunidad de anfibios, b) Comunidad de lagartijas y c) Comunidad de serpientes. <i>Sobs</i> =Especies observadas; <i>Bootstrap</i> = Estimador no paramétrico.	67
Figura 5. Curvas de acumulación de especies de herpetofauna en el sistema agroforestal B: a) Comunidad de anfibios, b) Comunidad de lagartijas y c) Comunidad de serpientes. <i>Sobs</i> =Especies observadas; <i>Bootstrap</i> = Estimador no paramétrico.	68
Figura 6. Curvas de rango-abundancia de las especies de herpetofauna observadas en cada sistema agroforestal. a) época de seca y b) época de lluvia. SAA= Sistema agroforestal A; SAB= Sistema agroforestal B. Las abreviaciones y el nombre completo de las especies se encuentran en la Tabla 1.	72
Figura 7. Análisis de Correspondencia Canónicas (ACC) de las variables ambientales y especies de herpetofauna en el Sistema Agroforestal A.	74
Figura 8. Análisis de Correspondencia Canónicas (ACC) de las variables ambientales y especies de herpetofauna en el Sistema Agroforestal B.	75

RESUMEN

Se evaluó la diversidad de la comunidad herpetofaunística en dos sistemas agroforestales (SA), analizando variables ambientales en las épocas de secas y lluvias en Huimanguillo, Tabasco, México. Para la búsqueda de individuos y toma de los datos se realizaron muestreos diurnos y nocturnos mediante transectos de banda ancha. Se registró un total de 248 individuos pertenecientes a 33 especies, 26 géneros y 17 familias, siendo para anfibios Hylidae la mejor representada con tres especies, y para reptiles Dactyloidae con cinco. Además, se documentó a *Lithobates forreri* como nuevo registro para el Estado de Tabasco. El sistema agroforestal B (SAB) registró la mayor abundancia con 163 individuos y la mayor riqueza con 25 especies, en cambio el sistema agroforestal A (SAA) registró la menor con 85 individuos y la menor riqueza con 20 especies. El análisis de correspondencia canónica (ACC) mostró que la cobertura del dosel fue la variable que más influyó en la comunidad de anfibios, mientras que para los reptiles fue la luminosidad. Los sistemas agroforestales, particularmente aquellos con conexión a vegetación conservada, manejo agroecológico y alta heterogeneidad ambiental, pueden albergar una riqueza de herpetofauna similar a la de ambientes conservados, destacando su relevancia para la conservación.

Palabras clave: agroecosistemas; ambientes modificados; anfibios; diversidad; reptiles.

ABSTRACT

The diversity of herpetofaunal communities was evaluated in two agroforestry systems (SA), analyzing environmental variables during the dry and rainy seasons in Huimanguillo, Tabasco, Mexico. Systematic surveys were conducted through diurnal and nocturnal wide-band transects to detect individuals and collect data. A total of 248 individuals belonging to 33 species, 26 genera, and 17 families were recorded, with Hylidae being the best-represented family among amphibians (three species) and Dactyloidae among reptiles (five species). Additionally, *Lithobates forreri* was documented as a new record for the state of Tabasco. The agroforestry system B (SAB) recorded the highest abundance (163 individuals) and species richness (25 species), whereas the agroforestry system A (SAA) showed the lowest abundance (85 individuals) and richness (20 species). Canonical correspondence analysis (ACC) indicated that canopy cover was the most influential variable for amphibian communities, while luminosity had the greatest influence on reptiles. Agroforestry systems particularly those connected to conserved vegetation, managed under agroecological practices, and exhibiting high environmental heterogeneity can harbor herpetofaunal richness similar to that of conserved habitats, highlighting their relevance for biodiversity conservation.

Keywords: agroecosystems; modified environments; amphibians; diversity; reptiles.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

México ocupa el quinto lugar de los países biológicamente más ricos del planeta y es considerado uno de los principales hotspots de biodiversidad en Mesoamérica, debido a su privilegiada posición geográfica y la variedad de ecosistemas que posee (Rylands *et al.* 1997; Flores-Villela y García-Vázquez 2014). Entre la gran diversidad de fauna silvestre que alberga, resalta la riqueza de anfibios y reptiles (Parra-Olea *et al.* 2014). Estos grupos presentan un alto grado en endemismo para México, con aproximadamente el 68 % de las 418 especies de anfibios y el 57.1 % de las 1,023 especies de reptiles (AmphibiaWeb 2025; Uetz *et al.* 2025). Para Tabasco se reportan 171 especies herpetológicas de las cuales el 12,1 % son endémicas para el país (Wilson *et al.* 2013; Barragán-Vázquez *et al.* 2022; Charruau *et al.* 2023).

En las últimas décadas en Tabasco gran parte de la riqueza biológica se ha reducido, debido a los cambios en el uso de suelo ocasionado por las actividades agrícolas y ganaderas, las cuales han modificado la heterogeneidad de los ambientes a entornos más homogéneos (Palma-López *et al.* 2007; Maldonado-Sánchez *et al.* 2016). Para mitigar el impacto de las actividades agrícolas, se propone establecer sistemas agroforestales (SA), los cuales son un tipo de agroecosistemas que combinan especies forestales con diferentes cultivos agrícolas en una misma unidad de tierra, fomentando una mayor heterogeneidad del paisaje en comparación con los monocultivos convencionales (Abril 2011). Estos sistemas representan una alternativa sostenible al modelo agrícola tradicional, ya que, además de generar productos alimentarios, aportan servicios ecosistémicos esenciales como el control de la erosión, la captura de carbono y mejora la fertilidad de los suelos (Izac y Sánchez 2001; Casanova-Lugo *et al.* 2016). Además, favorecen la conectividad biológica al actuar como áreas de conexión entre ambientes naturales y modificados, facilitando la dispersión de especies y el intercambio genético (Fahrig 2003). Así mismo, proporciona microhábitats para diversas especies, desempeñan un rol fundamental en el resguardo de la biodiversidad, alcanzando en algunos casos una riqueza similar a la de ambientes conservados (Leyte-Manrique y Balderas-Valdivia 2022).

Dentro de esta riqueza, la herpetofauna juega un papel ecológico esencial en estos sistemas, regulando las poblaciones de insectos y pequeños vertebrados, sirviendo de presa para diversos depredadores y participando en los ciclos de nutrientes (Paz-Quevedo 2023). En los anfibios, su sensibilidad a los cambios en el hábitat y su dependencia de factores ambientales como la temperatura y la humedad les permite ser excelentes bioindicadores de la salud ambiental (Valencia-Aguilar *et al.* 2013). Estudios como el de Suazo-Ortuño *et al.* (2015) destacan la alta resiliencia de la herpetofauna ante la transformación del paisaje para áreas agrícolas, lo que resalta su importancia para evaluar la diversidad ecológica de los agroecosistemas. Sin embargo, la diversidad y composición de estas comunidades dependen de factores como el tipo de manejo agrícola, la conectividad con áreas de vegetación conservada, la disponibilidad de refugios y sitios de reproducción (Moreno-Calles *et al.* 2010).

En México, los estudios herpetológicos se han realizado principalmente en ambientes conservados, los cuales mantienen una alta diversidad de especies y presentan condiciones ambientales que favorecen la presencia y estabilidad de comunidades silvestres (Cruz-Elizalde *et al.* 2015). En contraste, son pocas las investigaciones que han abordado a la herpetofauna en ambientes modificados, como los agroecosistemas, lo que ha generado vacíos de información sobre la composición y estructura de las comunidades que se establecen (Valencia-Zuleta *et al.* 2014; Leyte-Manrique *et al.* 2019). Por lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar la diversidad de la comunidad herpetofaunística en dos sistemas agroforestales, analizando el efecto de las variables ambientales durante las épocas de seca y lluvia en Tabasco, México.

2. MARCO TEÓRICO

Los agroecosistemas son sistemas ecológicos modificados por el ser humano con el propósito de obtener bienes y servicios para fines económicos (Conway 1987; Gliessman 1990). Su función está relacionada al flujo de energía y al reciclaje de nutrientes que pueden variar según las prácticas de manejo aplicadas, como el uso de fertilizantes, riego, selección de cultivos o control de plagas (Prager *et al.* 2002). Por otro lado, un sistema agroforestal es un tipo de agroecosistema, el cual representa una alternativa combinando la producción de cultivos forestales arbolados con diversos cultivos agrícolas sobre la misma unidad de tierra (Nair 1983; Farrel y Altieri 1999). Estos sistemas exhiben una mayor complejidad en la estructura de la vegetación proporcionando una variedad de condiciones ambientales y microhábitats necesarios para la supervivencia y reproducción de especies (Nair *et al.* 2021). Además, brindan múltiples beneficios como el control de la erosión, la captura de carbono, la fertilidad del suelo y la conservación de la biodiversidad (Casanova-Lugo *et al.* 2016). Por lo cual, estos sistemas ofrecen una alternativa al fomentar un uso de suelo más sostenible lo que previene la pérdida de calidad de los recursos y proporciona servicios ecológicos esenciales para la conservación (Nicholls y Altieri 2002)

2.1 ESTUDIOS DE HERPETOFAUNA EN AGROECOSISTEMAS

La mayoría de los estudios herpetológicos se han centrado en ambientes conservados como lo son las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), debido a su valor ecológico al resguardar y proteger la biodiversidad frente a la degradación de los hábitats provocados por actividades agrícolas (Cruz-Elizalde *et al.* 2018; Leyte-Manrique y Balderas-Valdivia 2022). Sin embargo, se conoce poco sobre las comunidades de anfibios y reptiles en ambientes modificados como los agroecosistemas, a pesar de que estos han demostrado que pueden desempeñar un papel importante en la conservación de la herpetofauna (González-Romero y Murrieta-Galindo 2008; Lara-Tufiño *et al.* 2019; Barrera-Méndez y Vázquez-López 2020).

Si bien la función principal de los agroecosistemas es productiva, estos pueden adquirir un valor ecológico cuando conservan elementos del paisaje original o mantienen cierta heterogeneidad estructural. Diversos estudios han documentado que, dependiendo de su estructura y manejo, los agroecosistemas pueden actuar como hábitats temporales, corredores biológicos o zonas de amortiguamiento para especies de anfibios y reptiles (Pineda y Halffter 2003; Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona 2008). De acuerdo con Gutiérrez-Zúñiga (2011), Ríos-Orjuela *et al.* (2023) y Paz-Quevedo (2023), pueden funcionar de manera similar a la vegetación primaria al mantener estructuras como una densa cobertura vegetal, lo que favorece a la disponibilidad de microhábitats y promueve el establecimiento de las comunidades herpetológicas en comparación a los monocultivos convencionales.

En México, Suazo-Ortuño (2009), realizó un estudio del impacto de la conversión de bosques tropicales a mosaicos agrícolas a lo largo de la costa de Jalisco, señalando que la riqueza y abundancia de especies fueron menores en las áreas conservadas debido a la reducción de la cobertura del dosel, tallos leñosos, raíces y hojarasca, características que provee un agroecosistema. De igual manera, Leyte-Manrique *et al.* (2019) y Leyte-Manrique *et al.* (2022), han evaluado el papel de estos sistemas como refugios de biodiversidad en la sierra de Guanajuato, destacando su capacidad para albergar una amplia variedad de especies, a menudo comparable a la de ecosistemas conservados, proporcionando sitios de refugio de manera constante y resaltando la importancia de estos elementos para la conservación de la diversidad biológica. No obstante, a pesar de su potencial, los estudios en estos ambientes son limitados y su efectividad a largo plazo aún está siendo evaluada.

2.2 ESTUDIOS DE HERPETOFAUNA EN SISTEMAS AGROFORESTALES

Los sistemas agroforestales han demostrado ser fundamentales para la conservación de la herpetofauna, como lo evidencian diversos estudios realizados en distintas regiones del planeta por Heinen (1992), Glor *et al.* (2001), Faria *et al.* (2007) y Whitfield *et al.* (2007), quienes señalan que estos sistemas ofrecen condiciones favorables,

como una densa cobertura del dosel, la cual regula la temperatura y la humedad del suelo, reduce la radiación solar directa y genera un entorno más estable para especies de herpetofauna (Wanger *et al.* 2010; Cervantes-López *et al.* 2022). Así mismo, favorecen mayor acumulación de hojarasca que proporciona un microhábitat adecuado para invertebrados que constituyen la base alimenticia de muchas especies de anfibios y reptiles, además de contribuir a una regulación térmica más estable (Beard *et al.* 2002). La interacción de estos elementos proporciona una estructura más compleja y estable, lo que permite mantener comunidades herpetológicas más diversas y resilientes (Urbina-Cardona y Reynoso 2009).

En México, los estudios de herpetofauna en sistemas agroforestales se han realizado en plantaciones de cacao y café, los cuales mencionan que estos sistemas sirven principalmente como áreas de transición para algunas especies con requerimientos específicos, mientras que, para las especies generalistas, actúan como sitios de refugio, siempre y cuando se aplique un manejo tradicional que evite el uso de sustancias agroquímicas (Macip-Ríos y Casas-Andreu 2008; Aldape-López y Santos-Moreno 2016).

En Tabasco, Martínez-López *et al.* (2011) señalan que la estructura de los cacaotales proporciona un hábitat ideal para el refugio y la reproducción de diversas especies de anfibios y reptiles, ya que la capa de hojarasca presente en estos sistemas es similar a la de ambientes conservados, lo cual favorece el establecimiento de estas especies (Lieberman 1986). Esta evidencia coincide con lo propuesto por Urbina-Cardona *et al.* (2006), quienes sugieren que los cacaotales pueden mantener funciones ecológicas importantes y actuar como conectores entre áreas agrícolas y vegetación natural.

La funcionalidad de estos sistemas dependerá del tipo de manejo que se aplique, ya que diversos estudios han demostrado que prácticas intensivas, provocan una reducción del dosel y de la capa de hojarasca, disminuyendo la complejidad estructural y afectando negativamente a la herpetofauna, al reducir microhábitats y modificar la composición de especies (Macip-Ríos y Muñoz 2008; Fulgence *et al.* 2021; Wurz *et al.* 2022). Además, las respuestas varían entre regiones y especies, mientras que algunos trabajos reportan mayor

diversidad en sistemas agroforestales, otros encuentran más riqueza en ambientes conservados (Pineda y Halffter 2003; Evans 2019). Estas diferencias reflejan la necesidad de estudios comparativos que evalúen de forma sistemática el aporte real de estos sistemas a la conservación (López-Bedoya *et al.* 2022). En este contexto, los sistemas agroforestales no solo representan una alternativa productiva, sino también una herramienta para la conservación de anfibios y reptiles en zonas agrícolas.

2.3 HERPETOFAUNA COMO INDICADOR DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

El impacto de los sistemas agroforestales en la herpetofauna puede evaluarse no solo en términos de la riqueza y abundancia de especies, sino también considerando la estructura de sus comunidades en función de los requerimientos ecológicos (Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona 2008). En este sentido, su presencia puede reflejar el estado de conservación del hábitat, ya que muchas especies ocupan nichos ecológicos específicos y dependen de condiciones particulares (Macip-Ríos y Casas-Andreu 2008). Esta dependencia de condiciones particulares adquiere mayor relevancia ante el alto grado de especialización del hábitat, con marcada preferencia por sitios con densa cobertura vegetal, diversidad de microclimas y condiciones ambientales estables (Demaynadier y Hunter 1998).

Los anfibios son excelentes bioindicadores de la salud ambiental, su ciclo de vida complejo que abarca etapas en ambientes acuáticos y terrestres, junto con su piel permeable, los hace particularmente vulnerables a contaminantes y alteraciones de ambos ambientes (Pechmann *et al.* 1991). Además, su limitada capacidad de dispersión y movilidad los hace vulnerables a estas alteraciones lo que conlleva a cambios en las poblaciones, así como en su comportamiento, morfología y fisiología, que da como resultado un aumento en la tasa de mortalidad (Cespedez *et al.* 2008).

Por otra parte, los reptiles desempeñan un rol fundamental en el funcionamiento de los sistemas agroforestales al contribuir al control biológico de plagas, al alimentarse de artrópodos como insectos y gasterópodos, así como pequeños vertebrados que pueden

dañar a los cultivos, reduciendo así la necesidad de pesticidas y promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles (Urbina-Cardona 2011). Así mismo, algunos reptiles participan en la dispersión de semillas y en la salud del suelo, lo que refuerza la funcionalidad del agroecosistema y apoya la resiliencia de las comunidades vegetales y animales (Valencia-Aguilar *et al.* 2013).

México

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

3. JUSTIFICACIÓN

La agricultura constituye una de las principales actividades económicas en el estado de Tabasco, destacando la producción de cultivos perennes como cacao y café, así como temporales como maíz y frijol. No obstante, esta expansión ha provocado una transformación del uso del suelo, sustituyendo ecosistemas naturales por áreas destinadas a la producción agrícola. Este cambio ha disminuido la capacidad de los ecosistemas para mantener servicios ambientales esenciales, como la retención de agua, la regeneración del suelo y el reciclaje de nutrientes, además de ocasionar la pérdida de biodiversidad. A lo largo del tiempo, diversos programas gubernamentales entre ellos Camellones Chontales, el Programa Nacional de Desmontes y los planes Chontalpa y Balancán-Tenosique (SAGARPA 2010), han buscado mejorar la productividad agroalimentaria en la región. Sin embargo, muchos de ellos han contribuido a la transformación ambiental sin alcanzar sus objetivos de desarrollo sostenible.

Ante este panorama, los sistemas agroforestales se presentan como una alternativa viable para restaurar áreas transformadas y reducir los impactos negativos derivados del cambio de uso del suelo. Estos sistemas son un tipo de agroecosistemas que buscan mantener un equilibrio ecológico al combinar árboles nativos con múltiples cultivos agrícolas, promoviendo un entorno más equilibrado que proporciona hábitats alternativos y recursos para la vida silvestre en comparación con los monocultivos convencionales. Además, favorecen la conectividad biológica al actuar como áreas de conexión entre ambientes naturales y transformados, lo que facilita la dispersión de especies y el intercambio genético. Así mismo, en algunos casos, estos sistemas han demostrado que pueden albergar niveles de riqueza biológica similares a los de ecosistemas conservados, funcionando como sitios de resguardo para la biodiversidad.

Dentro de esta biodiversidad, la herpetofauna desempeña un rol fundamental debido a su control biológico, su importancia en las redes tróficas y su utilidad como bioindicador ambiental. Su diversidad y abundancia están asociadas a las condiciones

ambientales del hábitat, lo que convierte a los sistemas agroforestales en áreas idóneas para evaluar su respuesta ecológica ante los distintos tipos de manejo. En este contexto, los sistemas agroforestales no solo representan una alternativa productiva, sino también una herramienta para la conservación de anfibios y reptiles en zonas agrícolas.

El Ejido Villa de Guadalupe, en Huimanguillo, es una comunidad que sustenta su economía principalmente de la agricultura y ganadería, actividades que han promovido la transformación del hábitat y la reducción de la cobertura forestal, sin que hasta ahora se hayan evaluado sus efectos sobre la herpetofauna. Considerando lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la diversidad de la herpetofauna en dos sistemas agroforestales, analizando su relación con variables ambientales en épocas de secas y lluvias en el ejido Villa de Guadalupe, Huimanguillo, Tabasco.

4. OBJETIVOS

GENERAL

- I. Evaluar la diversidad de la comunidad herpetofaunística en dos sistemas agroforestales analizando variables ambientales en épocas de seca y lluvia en el Ejido Villa de Guadalupe, Huimanguillo, Tabasco.

ESPECÍFICOS

- I. Determinar la diversidad de la herpetofauna en dos sistemas agroforestales en épocas de secas y lluvias.
- II. Comparar la estructura y composición de la comunidad herpetofaunística en dos sistemas agroforestales en épocas de secas y lluvias.
- III. Analizar el efecto de las variables ambientales sobre la composición de la herpetofauna en dos sistemas agroforestales en épocas de secas y lluvias.

5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿De qué manera las variables ambientales influyen en la diversidad y composición de la comunidad herpetofaunística en dos sistemas agroforestales con distinto manejo durante las épocas de secas y lluvias en el ejido Villa de Guadalupe, Huimanguillo, Tabasco?

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México

6. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)

- Existe una asociación significativa entre la comunidad de la herpetofauna de dos sistemas agroforestales y las variables ambientales abarcando épocas de secas y lluvias.
- Los sistemas agroforestales pueden albergar una riqueza similar a la de ambientes conservados.
- La cobertura del dosel es la variable ambiental que más influye en la diversidad y composición de la comunidad herpetofaunística
- Durante la época de lluvia se espera una mayor riqueza y abundancia de especies en comparación con la época de seca.

7. METODOLOGÍA

7.1 ÁREA DE ESTUDIO

Los sistemas agroforestales se encuentran en la subregión de la Chontalpa, en el municipio de Huimanguillo, Tabasco. Se encuentra aproximadamente a 142 km de la ciudad de Villahermosa, sobre la carretera federal 187, limitando al oeste con el estado de Veracruz, al este con el estado de Chiapas, al norte con el municipio de Cárdenas y al sur con los estados de Chiapas y Veracruz (INEGI 2014) (Fig. 1).

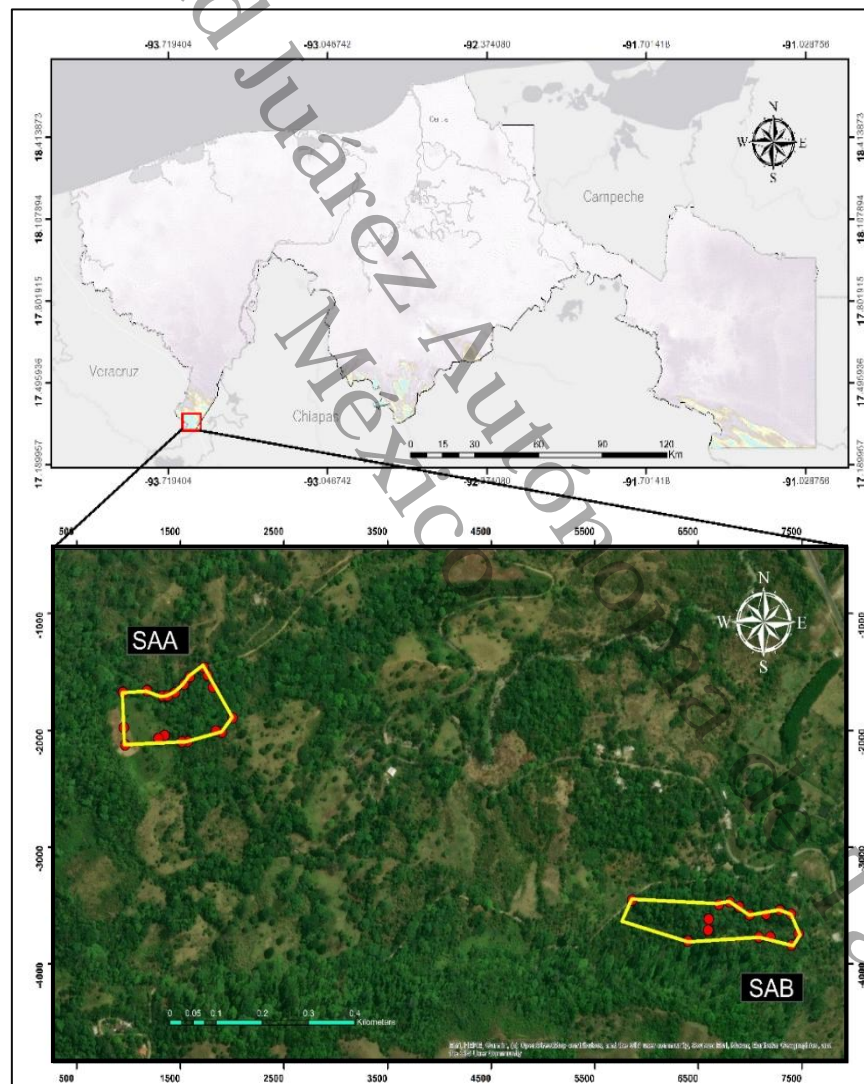


Figura 1. Localización de los sistemas agroforestales en la localidad de Villa de Guadalupe, Huimanguillo, Tabasco. SAA: sistema agroforestal A; SAB: sistema agroforestal B.

Los sistemas agroforestales se localizan en el Ejido Villa de Guadalupe, ubicado dentro del Parque Ecoturístico Agua Selva que comprende una extensión aproximada de mil hectáreas y se localiza aproximadamente a 75.6 km de la cabecera municipal. Las coordenadas geográficas de los SA se sitúan entre 17° 21' 51.33" longitud norte y 93° 36' 11.37" de latitud oeste, a una elevación entre los 300 a 440 msnm (INEGI, 2014).

7.2 VEGETACIÓN

El sistema agroforestal A (SAA) tiene una edad de seis años con una superficie de cuatro hectáreas. Este sistema presenta un estaque artificial e integra cultivos temporales como frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mays* L.), así como cultivos perennes como cacao (*Theobroma cacao* L.), café (*Coffea arabica* L.), coco (*Cocos nucifera* L.), limón mandarina (*Citrus limonia* Osbeck) y papaya (*Carica papaya* L.). Además, cuenta con especies forestales donde predominan el barí (*Hevea brasiliensis* Müll.Arg.), cedro (*Cedrela odorata* L.), caoba (*Swietenia macrophylla* King) y ceiba (*Ceiba pentandra* Gaertn.), y en menor abundancia el capulín (*Sideroxylon salicifolium* (L.) Roxb.), guachipelín (*Diphysa americana* Mill.), guarumo (*Cecropia peltata* L.), jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.) y sándalo (*Santalum album* L.). El manejo agrícola consta de prácticas de mantenimiento cada seis meses, que consiste en el deshierbe y la poda, la fertilización que se realiza con abonos orgánicos como el bocashi y la composta, en este sistema agroforestal hay ingreso accidental de ganado (Fig. 2).



Figura 2. Vista general del sistema agroforestal A.

El sistema agroforestal B (SAB) tiene una edad de 35 años con una superficie de tres hectáreas. Este sistema presenta un yacimiento de agua permanente e integra una mayor variedad de cultivos temporales como calabaza (*Cucurbita argyrosperma* Huber), frijol (*P. vulgaris* L.) pepino (*Cucumis sativus* L.), así como cultivos perennes como achiote (*Bixa orellana* L.), aguacate (*Persea schiedeana* Nees), cacao (*T. cacao* L.), café (*C. arabica* L.), carambola (*Averrhoa carambola* L.), coco (*C. nucifera* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.), limón mandarina (*C. limonia* Osbeck), mango (*Mangifera indica* L.), papaya (*C. papaya* L.), plátano (*Musa acuminata* Colla), rambután (*Nephelium lappaceum* L.) zapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) principalmente. Además, cuenta con especies forestales donde predominan el amate (*Ficus insipida* Willd.), barí (*H. brasiliensis* Müll.Arg.), bojón (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), cachimbo (*Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook), capulín (*S. salicifolium* (L.) Roxb.), caoba (*S. macrophylla* King), cedro (*C. odorata* L.), ceiba (*C. pentandra* Gaertn.),

guachipelín (*D. americana* Mill.), guarumo (*C. peltata* L.), jonote (*H. appendiculatus* Turcz.), palo mulato (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.), sándalo (*S. album* L.) y teca (*Tectona grandis* L.f.). El manejo de este sistema consta de prácticas de mantenimiento cada dos meses, que consiste en el deshierbe y la poda, la fertilización es mediante foliares orgánicos, principalmente biol-supermagro (Fig. 3).



Figura 3. Vista general del sistema agroforestal B.

7.3 FISIOGRAFÍA

Los SA se encuentran inmerso en la sierra de Huimanguillo que forma parte de la sierra norte de Chiapas, caracterizada por una sucesión de colinas dómicas y cónicas, laderas de perfil convexo, valles sujetos a procesos erosivos, así como valles intermontanos y suaves ondulaciones con elevaciones y pendientes que varían entre los 40 y los 1000 msnm (Palma-López *et al.* 2007).

7.4 CLIMA

En la región se distinguen dos tipos de clima: cálido húmedo con abundantes precipitaciones durante el verano (Am), con variaciones térmicas notables en los meses de diciembre y enero, y cálido húmedo con lluvias distribuidas a lo largo de todo el año (Af), La temperatura media anual es de 26.2°C con precipitaciones que bajan ligeramente durante el invierno, este período registra aproximadamente el 14.4% del total anual de lluvias (INEGI 2014).

7.5 HIDROLOGÍA

El área de estudio pertenece a la zona hidrológica Grijalva-Usumacinta, la cual se ubica en la cuenca Río Grijalva-Villahermosa. En las cercanías del área se localizan varios ríos importantes, entre ellos el Chimalapa, Chin-tul, Playa, Las Flores, Pueblo Viejo y La Pava (Palma-López *et al.* 2007).

7.6 EDAFOLOGÍA Y GEOLOGÍA

El territorio corresponde al período Cuaternario, derivado de rocas ígneas (extrusivas) y arenas de aluvión; la tipología de los suelos que presenta es: Vertisoles, Luvisoles, Leptosoles, Cambisoles y Acrisoles. La formación de estos cerros se atribuye a causa de la sedimentación y plegamiento de las rocas, resultado por movimientos geológicos (Palma-López *et al.* 2007). Las rocas sedimentarias predominante son las de tipo arenisca y calizas, con una menor cobertura se presentan conglomerados, lutita-areniscas, y calizas (INEGI 2014).

7.7 MUESTREO DE HERPETOFAUNA

Se realizaron muestreos sistemáticos de marzo a octubre de 2024 abarcando las épocas de secas y lluvias marcadas para Tabasco (Aceves-Navarro y Rivera-Hernández 2019), los cuales consistieron de dos días efectivos con recorridos diurnos de 09:00-13:00 hrs y nocturnos de 20:00-24:00 hrs (Altamirano *et al.* 2016). El esfuerzo de muestreo fue de 8 horas/hombre por día con la participación de cinco personas. En cada sistema agroforestal se establecieron tres transectos de banda ancha de 150 m de largo, con una distancia de escape de 5 m por lado, separados a 50 m de distancia entre ellos (Urbina-Cardona *et al.* 2015).

Para la localización de los individuos, se utilizó la técnica de relevamiento por encuentro visual (VES), que consiste en la búsqueda de individuos a través de los transectos establecidos durante un tiempo predeterminado. Además, se complementó con la técnica de transectos auditivos (AST), la cual resulta eficaz para la detección de anfibios mediante sus vocalizaciones, este método permite registrar la presencia de organismos a lo largo de los transectos cuyo ancho se ajusta según la distancia de detección de los cantos de cada especie (Zimmerman 1994). Para cada individuo visualizado se registró la fecha y hora de la observación, así como la temperatura y humedad con un termohigrómetro de la marca Walfront™, la velocidad de viento con un anemómetro digital Kestrel™, la intensidad luminosa con un luxómetro Mt-Itmeter™ y la profundidad de la hojarasca con una regla de 30 cm, estas medidas se tomaron donde se encontraba posado el individuo. Los datos sobre precipitación se obtuvieron de la estación meteorológica más cercana al área de estudio, ubicada en Malpaso, Chiapas (17° 10' 47.8" N, 93° 35' 51.5" O). Así mismo, para cada transecto se midió la cobertura arbórea con un densiómetro esférico cóncavo, donde se realizaron cuatro lecturas por transecto dejando una separación de 15 m entre los puntos de lectura. Cada lectura consistió en registrar los valores de cobertura en dirección a los cuatro puntos cardinales, a una altura de 1.20 m sobre el suelo, dichos valores se promediaron y se multiplicaron por la constante 1.04, dando como resultado la cobertura arbórea, esta variable se tomó para las épocas de seca y lluvia (Lemmon 1956; Cook *et al.* 1995).

Los individuos que no pudieron ser identificados en campo fueron capturados, para el caso de los anfibios se utilizaron guantes de nitrilo y se colocaron en bolsas de manta previamente humedecidas para evitar la deshidratación de los ejemplares. En el caso de los reptiles, guantes de carnaza para lagartijas y ganchos herpetológicos para serpientes. Posteriormente fueron llevados a laboratorio para su identificación utilizando las claves taxonómicas de Lee (2000), Leenders (2001), Savage (2002), Köhler (2003) y Díaz-Gamboa *et al.* (2020). Una vez identificados, fueron liberados en el sitio donde fueron colectados, para los individuos de los cuales no se tenía registro para el estado se resguardaron en Colección de Anfibios y Reptiles de Tabasco (CART), ubicada en la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, los cuales fueron fijados en una solución de formol al 10 % y conservados en un frasco hermético con alcohol al 70 % (Casas-Andreu *et al.* 1991), este procedimiento se hizo bajo el permiso federal de colecta 09/K5-0510/05/24.

7.8 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para evaluar la cobertura de la muestra en cada sistema agroforestal, se generaron curvas de acumulación de especies mediante el estimador no paramétrico Bootstrap (Moreno 2001), el cual se basa en la riqueza de especies (p_j) y la proporción de unidades de muestreo en las que se encuentra presente la especie (j) (Krebs 1989; Palmer 1990). Para el análisis de la diversidad de la comunidad herpetofaunística, se separó por ensambles, es decir, anfibios de los reptiles y para los reptiles, las lagartijas de las serpientes, debido a las distintas características biológicas y ecológicas de cada grupo (Vitt y Caldwell 2009; Cruz-Elizalde y Ramírez-Bautista 2012), con lo cual, se determinó la diversidad verdadera de orden uno (1D) (Jost 2006), para seca y lluvia, así como para cada sistema agroforestal. La equidad de las comunidades se calculó con el índice de Pielou (J'), que mide la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada, con valores que van de 0 a 1, donde 1 dice que las especies presentan la misma abundancia dentro de la comunidad (Magurran 1988). Para evaluar la similitud entre las comunidades, se utilizó el índice de Sorensen (I_s) para datos cualitativos, este índice

compara el número de especies comunes con la media aritmética de las especies presentes en ambas comunidades (Magurran 1988). Además, se analizaron los patrones de distribución de especies por ensambles mediante curvas de rango-abundancia (Magurran 2004). Se utilizó el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell 2013) y Past (Hammer y Harper 2001) para cada uno de los análisis empleados. Las variables ambientales se analizaron por sistema agroforestal mediante un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) (Ter-Braak 1986), un método estadístico que permite relacionar la abundancia de especies con las variables ambientales del entorno, utilizando el programa xlstat versión 3.2 (Addinsoft 2021).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México

8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

		Año	2023				2024												2025									
		Mes	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	JL	A		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Semestre 1	Fase I	Visita prospectiva al sitio	✓																									
		Materias básicas	✓	✓	✓	✓																						
		Permiso de colecta científica								✓																		
		Materias Avanzadas					✓	✓	✓	✓	✓																	
		Retribución social					✓								✓					✓				✓				
		Tutorial I, II y III				✓					✓															✓		
Semestre 2-3	Fase II	Trabajo de campo							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓											
		Procesamiento de datos														✓	✓	✓	✓									
		Toefl (inglés)																								✓		
		Estancia																	✓	✓								
Semestre 4	Fase III	Elaboración de artículo																					✓	✓	✓			
		Envío de artículo a revista																									✓	
		Edición y formato de tesis																						✓	✓	✓		
		Presentación TESIS																									✓	

9. REFERENCIAS CITADAS

- Abril Y. 2011. Sistemas agroforestales como alternativa de manejo sostenible en la actividad ganadera de la Orinoquia Colombiana. *Rev. Sist. Prod. Agroecol.* 2(1):103–127. doi: <https://doi.org/10.22579/22484817.571>
- Aceves-Navarro LA, Rivera-Hernández B. 2019. *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de estado. Vol. I.* México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Addinsoft. (2021). *XLSTAT statistical and data analysis solution.* Version 3.2. Paris, France.
- Aldape-López, C. T., & Santos-Moreno, A. (2016). Efecto del manejo forestal en la herpetofauna de un bosque templado del occidente de Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 64(3), 931-943.
- Altamirano TA, Soriano SM, López JF. 2016. *Ecología de anfibios y reptiles: métodos y técnicas para su estudio.* México: Liga Mexicana de Fauna Silvestre, AC.
- AmphibiaWeb. 2025. Recuperado de <https://amphibiaweb.org/>. Consultado el 12 de agosto de 2025.
- Barragán-Vázquez MR, Ríos-Rodas L, Fucsko LA, Porras LW, Mata-Silva V, Rocha A, DeSantis DL, García-Padilla E, Johnson JD, Wilson LD. 2022. The herpetofauna of Tabasco, Mexico: composition, distribution, and conservation status. *Amphib. Reptil. Conserv.* 16(2):1–61 (e315).
- Barrera-Méndez W, Vázquez-López H. 2020. Wildlife associated with a coffee plantation in Córdoba, Veracruz, México. *BioCyT Biol. Sci. Technol.* 13: doi: <https://doi.org/10.22201/fesi.20072082.2020.13.75829>
- Beard KH, Vogt KA, Kulmatiski A. 2002. Top-down effects of a terrestrial frog on forest nutrient dynamics. *Oecologia.* 133(4):583–593. doi: <https://doi.org/10.1007/s00442-002-1073-0>
- Carvajal-Cogollo JE. & Urbina-Cardona JN. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*, 1(4), 397-416.
- Carvajal-Cogollo JE. & Urbina-Cardona JN. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*, 1(4), 397-416.
- Casanova-Lugo F, Ramírez-Avilés L, Parsons D, Caamal-Maldonado A, Piñeiro-Vázquez AT, Díaz-Echeverría V. 2016. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. *Rev. Chapingo Ser. Cienc. For. Amb.* 22(3):269–284. doi: <https://doi.org/10.5154/r.rhscfa.2015.06.029>

Casas-Andreu G, Valenzuela-López G, Ramírez-Bautista A. 1991. *Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles*. Cuadernos del Instituto de Biología, No. 10. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Charruau, P., Morales-Garduza, M. A., López-Luna, M. A., Reyes-Trinidad, J. G., Ramírez-Pérez, M. A., López-Hernández, J. A., & García-Morales, R. (2023). Herpetofauna de los humedales de la laguna de chaschoc, Tabasco, México. *Revista Latinoamericana De Herpetología*, 6(2), e616 (75 – 92). <https://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2023.2.616>

Cervantes-López A, Ramírez-Bautista A, Moreno CE, García-Cruz M, Cruz-Elizalde R. 2022. Environmental and structural variables influencing amphibian diversity in agroforestry systems of central Mexico. *Trop. Conserv. Sci.* 15:1–16. doi: <https://doi.org/10.1177/19400829221107716>

Cespedez JA. Zaracho VH. Álvarez BB. & Colombo MC. 2008. Diversidad de anfibios: su importancia en los ecosistemas y declinación de poblaciones.

Colwell R. 2013. Statistical estimation of species richness and shared species from samples.

Conway GR. 1987. The properties of agroecosystems. *Agric. Syst.* 24(2):95–117. doi: [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(87\)90056-4](https://doi.org/10.1016/0308-521X(87)90056-4)

Cook JG, Stutzman TW, Bowers CW, Brenner KA, Irwin LL. 1995. Spherical densimeters produce biased estimates of forest canopy cover. *Wildl. Soc. Bull.* 23(4):711–717.

Cruz-Elizalde R, Ramírez-Bautista A, Wilson LD, Hernández-Salinas U. 2015. Effectiveness of protected areas in herpetofaunal conservation in Hidalgo, Mexico. *Herpetol. J.* 25(1):41–48.

Cruz-Elizalde R, Ramírez-Bautista A. 2012. Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad (Nueva serie)* 22:57-108.

Cruz-Elizalde, R., Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., Magno-Benítez, I., García-Rosales, A., & Pineda-López, R. 2018. Riqueza y diversidad de anfibios y reptiles en algunas Áreas Naturales Protegidas del Valle de México. *Ecología y conservación de fauna en ambientes antropizados*. REFAMA, CONACYT, UAQ, México, 5-17.

Demaynadier, P. G., & Hunter, M. L. (1998). Effects of silvicultural edges on the distribution and abundance of amphibians in maine. *Conservation Biology*, 12(2). <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1998.96412.x>

Díaz-Gamboa L, Herrera D, Gallardo A, Cedeño-Vázquez J, Gonzalez-Sanchez VH, Chiappa-Carrara X, Arenas C. 2020. Catálogo de reptiles de la península de Yucatán.

Evans M. 2019. Comparative analysis of herpetofauna diversity in agroforestry and natural forest systems in Southeast Asia. *Biodivers. Conserv.* 28(9):2261–2275. doi: <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01737-3>

- Fahrig L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34(1):487–515. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Faria D. Barradas-Paciencia ML.; Dixo M.; Ricardo-Laps R. Baumgarten J. 2007. Ferns, frogs, lizard, birds and bats in forest fragment and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic forest, Brazil. *Biodiversity and Conservation* Vol.16 No. 8. 2335-2357 p.
- Farrell, J. G., & Altieri, M. A. 1999. Sistemas agroforestales. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan-Comunidad, Uruguay.
- Flores-Villela O. & García-Vázquez UO. 2014. Biodiversity of reptiles in México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85. pp 467-475.
- Fulgence D, Sinsin B, Ahounou S, Kassi AK, Dossa A. 2021. Impact of agricultural intensification on amphibian and reptile diversity in West Africa. *Afr. J. Ecol.* 59(1):1–10. doi: <https://doi.org/10.1111/aje.12827>
- Gliessman SR. Rosado-May FJ. Guadarrama-Zugasti C. Jedlicka J. Cohn A. Méndez VE & Jaffe R. 2007. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*, 16(1).
- Glor RE.; Flecker AS.; Benard MF. Power AG. 2001. Lizard diversity and agricultural disturbance in a Caribbean forest landscape. *Biodiversity and Conservation* 10:711-723
- González-Romero A, Murrieta-Galindo R. 2008. Anfibios y reptiles. En: *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. Instituto de Ecología, Instituto Nacional de Ecología, México; p. 135-147.
- Gutiérrez-Zúñiga RA. 2011. Impacto de los sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao*) en la conservación de herpetofauna de hojarasca, en un paisaje fragmentado del trópico húmedo de Panamá. [Tesis de maestría]. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p. 119.
- Hammer Ø, Harper DA. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4(1):1.
- Heinen JT. 1992. Comparisons of the leaf litter herpetofauna in abandoned cacao plantations and primary rain forest in Costa Rica: Some implications for faunal restoration. *Biotropica*, 24(3):431-439.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2014. Anuario estadístico y geográfico de Tabasco 2014. Gobierno del Estado de Tabasco. 533 p.
- Izac AM, Sanchez PA. 2001. Towards a natural resource management paradigm for international agriculture: the example of agroforestry research. *Agric. Syst.* 69(1–2):5–25. doi: [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(01\)00015-4](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(01)00015-4)

- Jost L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113(2):363–375. doi: <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Köhler G. 2003. Reptiles of Central America. Herpetofauna between Mexico and Panama.
- Krebs CJ. 1989. Ecological methodology. New York: Harper & Row Publishers. 654 p.
- Lara-Tufiño JD, Badillo-Saldaña LM, Hernández-Austria R, Ramírez-Bautista A. 2019. Effects of traditional agroecosystems and grazing areas on amphibian diversity in a region of central Mexico. *PeerJ* 7:e6390. doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.6390>
- Lee JC. 2000. *A field guide to the amphibians and reptiles of the Mayan world: The lowlands of Mexico, northern Guatemala and Belize*. Ithaca (NY): Cornell University Press.
- Leenders T. 2001. *A guide to amphibians and reptiles of Costa Rica*. Ithaca (NY): Cornell University Press.
- Lemmon PE. 1956. A spherical densiometer for estimating forest overstorey density. *For. Sci.* 2(4):314–320.
- Leyte-Manrique A, Balderas-Valdivia CJ. 2022. Los agroecosistemas como refugios de la biodiversidad: el caso de los anfibios y reptiles. *OJS Prueba*. 4(9):37–47.
- Leyte-Manrique A, Barragán-Cisneros AA, Trujano-Durán MA, Berriozabal-Islas C, Maciel-Mata CA. 2019. A comparison of amphibian and reptile diversity between disturbed and undisturbed environments of Salvatierra, Guanajuato, Mexico. *Trop. Conserv. Sci.* 12:1–13. doi: <https://doi.org/10.1177/1940082919829992>
- Lieberman SS. 1986. Ecology of the leaf-litter herpetofauna of a neotropical rainforest. *Acta Zool. Mexicana* 15:1–72.
- López-Bedoya J, Sánchez-Hernández J, García-González R, Gómez-González J, Pérez-González J. 2022. Evaluación comparativa de la diversidad de herpetofauna en sistemas agroforestales y bosques naturales en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Rev. Mex. Biodivers.* 93:e933731. doi: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.3731>
- Macip-Ríos R, Casas-Andreu G. 2008. Los cafetales en México y su importancia para la conservación de los anfibios y reptiles. *Acta Zoológica Mexicana* 24(2):143–159.
- Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurements. Princeton (NJ): Princeton University Press. doi: <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- Magurran AE. 2004. Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Publishing. 256 p.
- Maldonado-Sánchez, EA. Ochoa-Gaona S Ramos-Reyes R. Guadarrama-Olivera M. de los A., González-Valdivia, N. & HJ. de Jong, B. 2016. La selva inundable de canacoite en Tabasco,

México, una comunidad vegetal amenazaroda. *Acta Botánica Mexicana*, 115. <https://doi.org/10.21829/abm115.2016.1113>

Martínez-López AA, Candia-Alor CDR, Flores-Lázaro C, Bolívar-Arriaga NK, Aldana-Rodríguez J, Hernández-de la-Cruz R. 2014. Herpetofauna en un cacaotal en la R/A Huimango 1a Sección, Cunduacán, Tabasco. *Kuxulkab'* 17(33). doi: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a17n33.360>

Moreno CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza (ES): Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA); Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. 84 p.

Moreno-Calles A, Casas A, Blancas J, et al. 2010. Agroforestry systems and biodiversity conservation in arid zones: the case of the Tehuacán Valley, Central México. *Agrofor. Syst.* 80:315–331. doi: <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9349-0>

Nair PKR, Kumar BM, Nair VD. 2021. An introduction to agroforestry: four decades of scientific developments. 2nd ed. Cham (CH): Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-75358-0>

Nair PKR. 1983. An introduction to agroforestry. Dordrecht (NL): Kluwer Academic Publishers.

Nicholls CI, Altieri MA. 2002. Agroecological principles and strategies for sustainable agriculture. In: Uphoff NT, editor. *Agroecological innovations: increasing food production with participatory development*. London (UK): Earthscan. p. 40–46.

Palma-López DJ, Cisneros DJ., Moreno CE., & Rincon-Ramírez J. A. 2007. Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable. Colegio de Postgraduados-ISPROTAB-FUPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México, 195.

Palmer MW. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology* 71(3):1195–1198. doi: <https://doi.org/10.2307/1937387>

Parra-Olea G, Flores-Villela O, & Mendoza-Almeralla C. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 460-466

Paz-Quevedo OW. 2023. Diversidad de anfibios y reptiles silvestres en un agroecosistema de El Salvador: implicaciones socioecológicas. *Rev. Panam. Cienc. Soc.* (7):110–123.

Pechmann, J. H., Scott, D. E., Semlitsch, R. D., Caldwell, J. P., Vitt, L. J., & Gibbons, J. W. (1991). Declining amphibian populations: the problem of separating human impacts from natural fluctuations. *Science*, 253(5022), 892-895.

Pineda E, Halffter G. 2003. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in México. *Biol Conserv.* 117:399–408. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.08.009>

Prager M, Restrepo JM, Ángel DI, Malagón R, Zamorano A. 2002. *Agroecología: una disciplina para el estudio y desarrollo de sistemas sostenibles de producción agropecuaria*. Palmira (CO): Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. 333 p.

Ríos-Orjuela JC., Falcón-Espitia N., Arias-Escobar A, & Plazas-Cardona D. 2023. Conserving Biodiversity in Coffee Agroecosystems: Insights from a Herpetofauna Study in the Colombian Andes with Sustainable Management Proposal. bioRxiv, 2023-03.

Rylands AB, Mittermeier RA, & Rodríguez-Luna E. 1997. Conservation of neotropical primates: Threatened species and an analysis of primate diversity by country and region. *Folia Primatologica*, 68(3–5). doi: <https://doi.org/10.1159/000157243>

Savage JM. 2002. *The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas*. Chicago (IL): University of Chicago Press.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2016). Programa de incentivos para productores agrícolas 2016. Ciudad de México: SAGARPA.

Suazo-Ortuño I, Alvarado-Díaz J, Mendoza E, et al. 2015. High resilience of herpetofaunal communities in a human-modified tropical dry forest landscape in Western Mexico. *Trop. Conserv. Sci.* 8(2):396–423. doi: <https://doi.org/10.1177/194008291500800208>

Suazo-Ortuño I. 2009. Efectos de la conversión del bosque tropical caducifolio a mosaicos agrícolas sobre ensamblajes herpetofaunísticos. Tesis Dr. en C. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. 117 pp.

Ter-Braak CJF. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67(5):1167–1179. doi: <https://doi.org/10.2307/1938672>

Uetz P. Freed P. Aguilar R. y Hošek J. 2025. The reptile database. Disponible en <http://www.reptile-database.org/>. Consultado el 12 de agosto de 2025.

Urbina-Cardona JN, Bernal EA, Giraldo-Echeverry N, Echeverry-Alcendra A. 2015. El monitoreo de herpetofauna en los procesos de restauración ecológica: indicadores y métodos. En: *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. p. 134–147. doi: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4400.7129>

Urbina-Cardona JN, Olivares-Pérez M, Reynoso VH. 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. *Biol Conserv.* 132:61-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.03.014>

Urbina-Cardona JN, Reynoso VH. 2009. Uso del microhábitat por hembras grávidas de la rana de hojarasca *Craugastor loki* en la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Rev Mex Biodivers.* 80(2):571–573. doi: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.002.630>

Urbina-Cardona, J. N. (2011). Gradientes andinos en la diversidad y patrones de endemismo en anfibios y reptiles de Colombia: Posibles respuestas al cambio climático. *Revista de La Facultad de Ciencias Básicas*, 7(1).

Valencia-Aguilar A, Cortés-Gómez AM, Ruiz-Agudelo CA. 2013. Ecosystem services provided by amphibians and reptiles in Neotropical ecosystems. *Int. J. Biodivers. Sci. Ecosyst. Serv. Manag.* 9(3):257–272. doi: <https://doi.org/10.1080/21513732.2013.821168>

Valencia-Zuleta AJ, Jaramillo-Martínez AF, Echeverry-Bocanegra A, Viáfara-Vega R, Hernández-Córdoba O, Cardona-Botero VE, Gutiérrez-Zúñiga J, Castro-Herrera F. 2014. Conservation status of the herpetofauna, protected areas, and current problems in Valle del Cauca, Colombia. *Amphib. Reptile Conserv.* 8(2) [Special Sect.]:1–18; S1–S24 (e87).

Vitt LJ, Caldwell JP. 2013. Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles. 4th ed. Academic Press. 757 p. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386919-7.00004-6>

Wanger TC, Iskandar DT, Motzke I, Brook BW, Sodhi NS, Clough Y, Tschardt T. 2010. Effects of land-use change on community composition of tropical amphibians and reptiles in Sulawesi, Indonesia. *Conserv. Biol.* 24(3):795–802. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01434.x>

Whitfield, S. M.; Bell, K. E.; Philippi, T.; Sasa.; Bolaños, F.; Chaves, G.; Savage, J. M.; Donnelly, M. A. 2007. Amphibian and reptile declines over 35 years at La Selva, Costa Rica. *PNAS* Vol. 104 No. 20. 8352-8356 p.

Wilson LD, Mata-Silva V. & Johnson, JD. 2013. A conservation reassessment of the reptiles of Mexico based on the EVS measure. *Amphibian & Reptile Conservation*, 7(1), 1-47.

Wurz A, Schmid B, Baur B. 2022. Effects of agroforestry systems on herpetofauna diversity in temperate regions. *Agric. Ecosyst. Environ.* 325:107755. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107755>

Zimmerman BL. 1994. Audio strip transects. En: Heyer WR, Donnelly MA, McDiarmid RW, Hayek LC, Foster MS, editores. *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Washington, D.C., USA: Smithsonian Institution. p. 92–97.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México

CAPÍTULO II

Portada Interior

Nombre del artículo: Herpetofauna asociada a dos sistemas agroforestales en Tabasco, México.

Autores: Cerino-Quevedo, Hugo Enrique ¹, hugojr70@gmail.com
Ríos-Rodas, Liliana ², ari1707@hotmail.com
Gerónimo-Torres, José C del Carmen ³, jc.geronimo89@hotmail.com
*Barragán-Vázquez, María del Rosario ¹, barragan@ujat.mx
Zenteno-Ruiz, Claudia Elena ¹, angustatus2014@gmail.com
Rangel-Mendoza, Judith Andrea ¹, judith.rangel.dacbiol@gmail.com

Resumen: Herpetofauna asociada a dos sistemas agroforestales en Tabasco, México. Se evaluó la diversidad de la comunidad herpetofaunística en dos sistemas agroforestales (SA), analizando variables ambientales en época de seca y lluvia en Huimanguillo, Tabasco, México. Para la búsqueda de individuos y toma de los datos se realizaron muestreos diurnos y nocturnos mediante transectos de banda ancha. Se registró un total de 248 individuos pertenecientes a 33 especies, 26 géneros y 17 familias, siendo para anfibios Hylidae la mejor representada con tres especies, y para reptiles Dactyloidae con cinco. Además, se documentó a *Lithobates forreri* como nuevo registro para el Estado de Tabasco. El sistema agroforestal B (SAB) registró la mayor abundancia con 163 individuos y la mayor riqueza con 25 especies, en cambio el sistema agroforestal A (SAA) registró la menor con 85 individuos y la menor riqueza con 20 especies. El ACC mostró que la cobertura del dosel fue la variable que más influyó en la comunidad de anfibios, mientras que para los reptiles fue la luminosidad. Los sistemas agroforestales, particularmente aquellos con conexión a vegetación conservada, manejo agroecológico y alta heterogeneidad ambiental, pueden albergar una riqueza de herpetofauna similar a la de ambientes conservados, destacando su relevancia para la conservación.

Palabras clave: agroecosistemas; ambientes modificados; anfibios; diversidad; reptiles.

Institución de adscripción de cada autor:

¹ División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Villahermosa-Cárdenas, km 0.5 S/N, Entronque a Bosque de Saloya, Villahermosa, Tabasco, México. CP 86150.

² División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera Cárdenas-Huimanguillo Km. 2.5. R/a Paso y Playa, Cárdenas, Tabasco, México. CP 86556.

³ Instituto Tecnológico de Huimanguillo, Tecnológico Nacional de México, Carretera del Golfo Malpaso-El Bellote Km 98.5, Ranchería Libertad, Huimanguillo, Tabasco, México. CP 86400.

Enviado a: Revista Caldasia.

Nombre de la Editorial: Universidad Nacional de Colombia, Revista Caldasia.

Fecha de envío: 29 de agosto de 2025.

1 **Herpetofauna asociada a dos sistemas agroforestales en Tabasco, México**

2 **Herpetofauna associated with two agroforestry systems in Tabasco, México**

3
4 Cerino-Quevedo, Hugo Enrique ¹, hugojr70@gmail.com

5 Ríos-Rodas, Liliana ², ari1707@hotmail.com

6 Gerónimo-Torres, José C del Carmen ³, jc.geronimo89@hotmail.com

7 *Barragán-Vázquez, María del Rosario ¹, barragan@ujat.mx

8 Zenteno-Ruiz, Claudia Elena ¹, angustatus2014@gmail.com

9 Rangel-Mendoza, Judith Andrea ¹, judith.rangel.dacbiol@gmail.com

10
11 ¹ División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco,
12 Carretera Villahermosa-Cárdenas, km 0.5 S/N, Entronque a Bosque de Saloya, Villahermosa,
13 Tabasco, México. CP 86150.

14 ² División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera
15 Cárdenas-Huimanguillo Km. 2.5. R/a Paso y Playa, Cárdenas, Tabasco, México. CP 86556.

16 ³ Instituto Tecnológico de Huimanguillo, Tecnológico Nacional de México, Carretera del Golfo
17 Malpaso-El Bellote Km 98.5, Ranchería Libertad, Huimanguillo, Tabasco, México. CP 86400.

18
19 Autor para correspondencia: *

20
21 **Herpetofauna de sistemas agroforestales**

22
23
24 **Resumen:**

25 Herpetofauna asociada a dos sistemas agroforestales en Tabasco, México. Se evaluó la diversidad
26 de la comunidad herpetofaunística en dos sistemas agroforestales (SA), analizando variables
27 ambientales en época de seca y lluvia en Huimanguillo, Tabasco, México. Para la búsqueda de
28 individuos y toma de los datos se realizaron muestreos diurnos y nocturnos mediante transectos
29 de banda ancha. Se registró un total de 248 individuos pertenecientes a 33 especies, 26 géneros y

30 17 familias, siendo para anfibios Hylidae la mejor representada con tres especies, y para reptiles
31 Dactyloidae con cinco. Además, se documentó a *Lithobates forreri* como nuevo registro para el
32 Estado de Tabasco. El sistema agroforestal B (SAB) registró la mayor abundancia con 163
33 individuos y la mayor riqueza con 25 especies, en cambio el sistema agroforestal A (SAA)
34 registró la menor con 85 individuos y la menor riqueza con 20 especies. El ACC mostró que la
35 cobertura del dosel fue la variable que más influyó en la comunidad de anfibios, mientras que
36 para los reptiles fue la luminosidad. Los sistemas agroforestales, particularmente aquellos con
37 conexión a vegetación conservada, manejo agroecológico y alta heterogeneidad ambiental,
38 pueden albergar una riqueza de herpetofauna similar a la de ambientes conservados, destacando
39 su relevancia para la conservación.

40 **Palabras clave:** agroecosistemas; ambientes modificados; anfibios; diversidad; reptiles.

41
42 **Abstract:**
43 **Herpetofauna associated with two agroforestry systems in Tabasco, Mexico.** The diversity of
44 herpetofaunal communities was evaluated in two agroforestry systems (SA), analyzing
45 environmental variables during the dry and rainy seasons in Huimanguillo, Tabasco, Mexico.
46 Systematic surveys were conducted through diurnal and nocturnal wide-band transects to detect
47 individuals and collect data. A total of 248 individuals belonging to 33 species, 26 genera, and 17
48 families were recorded, with Hylidae being the best-represented family among amphibians (three
49 species) and Dactyloidae among reptiles (five species). Additionally, *Lithobates forreri* was
50 documented as a new record for the state of Tabasco. The agroforestry system B (SAB) recorded
51 the highest abundance (163 individuals) and species richness (25 species), whereas the
52 agroforestry system A (SAA) showed the lowest abundance (85 individuals) and richness (20
53 species). Canonical correspondence analysis indicated that canopy cover was the most influential

54 variable for amphibian communities, while luminosity had the greatest influence on reptiles.
55 Agroforestry systems particularly those connected to conserved vegetation, managed under
56 agroecological practices, and exhibiting high environmental heterogeneity can harbor
57 herpetofaunal richness similar to that of conserved habitats, highlighting their relevance for
58 biodiversity conservation.

59 **Keywords:** agroecosystems; modified environments; amphibians; diversity; reptiles

60

61 **Introducción**

62 Los sistemas agroforestales son agroecosistemas que combinan especies forestales con diferentes
63 cultivos agrícolas en una misma unidad de tierra, fomentando una mayor heterogeneidad del
64 paisaje en comparación con los monocultivos convencionales (Abril 2011). Estos sistemas
65 representan una alternativa sostenible al modelo agrícola tradicional, ya que, además de generar
66 productos alimentarios, aportan servicios ecosistémicos esenciales como el control de la erosión,
67 la captura de carbono y mejora la fertilidad de los suelos (Casanova-Lugo *et al.* 2016). Así
68 mismo, proporciona microhábitats para diversas especies, desempeñan un rol fundamental en el
69 resguardo de la biodiversidad, alcanzando en algunos casos una riqueza similar a la de ambientes
70 conservados (Leyte-Manrique y Balderas-Valdivia 2022). Además, favorecen la conectividad
71 biológica al actuar como áreas de conexión entre ambientes naturales y modificados, facilitando
72 la dispersión de especies y el intercambio genético (Fahrig 2003).

73 La herpetofauna juega un papel ecológico esencial en estos sistemas, regulando las poblaciones
74 de insectos y pequeños vertebrados, sirviendo de presa para diversos depredadores y participando
75 en los ciclos de nutrientes (Paz-Quevedo 2023). Su sensibilidad a los cambios en el hábitat y su
76 dependencia de factores ambientales como la temperatura y la humedad les permite ser

77 excelentes bioindicadores de la salud ambiental (Valencia-Aguilar *et al.* 2013). Estudios como el
78 de Suazo-Ortuño *et al.* (2015) destacan la alta resiliencia de la herpetofauna ante la
79 transformación del paisaje, lo que resalta su importancia para evaluar la diversidad ecológica
80 de los agroecosistemas. Sin embargo, la diversidad y composición de estas comunidades
81 dependen de factores como el tipo de manejo agrícola, la conectividad con áreas de vegetación
82 conservada, la disponibilidad de refugios y sitios de reproducción (Moreno-Calles *et al.* 2010).

83 En México, los estudios herpetológicos se han realizado principalmente en ambientes
84 conservados, los cuales mantienen una alta diversidad de especies y presentan condiciones
85 ambientales que favorecen la presencia y estabilidad de comunidades silvestres (Cruz-Elizalde *et*
86 *al.* 2015). En contraste, son pocas las investigaciones que han abordado a la herpetofauna en
87 ambientes modificados, como los agroecosistemas, lo que ha generado vacíos de información
88 sobre la composición y estructura de las comunidades que se establecen (Valencia-Zuleta *et al.*
89 2014, Leyte-Manrique *et al.* 2019). Por lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar la
90 diversidad de la comunidad herpetofaunística en dos sistemas agroforestales, analizando el efecto
91 de las variables ambientales durante la época de seca y lluvia en Tabasco, México. Nuestras
92 hipótesis fueron: a) los sistemas agroforestales pueden albergar una riqueza similar a la de
93 ambientes conservados; b) la cobertura del dosel es la variable ambiental que más influye en la
94 diversidad y composición de la comunidad herpetofaunística; y c) durante la época de lluvia se
95 espera una mayor riqueza y abundancia de especies en comparación con la época de seca.

96 **Materiales y métodos**

97 **Área de estudio**

98 El estudio se realizó en dos sistemas agroforestales ubicados en el Ejido Villa de Guadalupe
99 (17°21' Norte y 93°36' Oeste) del municipio de Huimanguillo, Tabasco, México. El área
100 presenta un clima cálido húmedo con lluvias abundantes todo el año (Af), temperatura media
101 anual de 26 °C, precipitación de 3500 mm y una altitud entre los 300 a 400 msnm (INEGI 2014).

102 El sistema agroforestal A (SAA) tiene una edad de seis años con una superficie de cuatro
103 hectáreas. Este sistema presenta un estaque artificial e integra cultivos temporales como frijol
104 (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mays* L.), así como cultivos perennes como cacao
105 (*Theobroma cacao* L.), café (*Coffea arabica* L.), coco (*Cocos nucifera* L.), limón mandarina
106 (*Citrus limonia* Osbeck) y papaya (*Carica papaya* L.). Además, cuenta con especies forestales
107 donde predominan el barí (*Hevea brasiliensis* Müll.Arg.), cedro (*Cedrela odorata* L.), caoba
108 (*Swietenia macrophylla* King) y ceiba (*Ceiba pentandra* Gaertn.), y en menor abundancia el
109 capulín (*Sideroxylon salicifolium* (L.) Roxb.), guachipelín (*Diphysa americana* Mill.), guarumo
110 (*Cecropia peltata* L.), jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.) y sándalo (*Santalum album*
111 L.). El manejo agrícola consta de labores de mantenimiento cada seis meses, como el deshierbe y
112 la poda, la fertilización se realiza con abonos orgánicos como el bocashi y la composta, en este
113 sistema agroforestal hay ingreso accidental de ganado.

114 El sistema agroforestal B (SAB) tiene una edad de 35 años con una superficie de tres hectáreas.
115 Este sistema presenta un yacimiento de agua permanente e integra una mayor variedad de
116 cultivos temporales como calabaza (*Cucurbita argyrosperma* Huber), frijol (*P. vulgaris* L.)
117 pepino (*Cucumis sativus* L.), así como cultivos perennes como achiote (*Bixa orellana* L.),
118 aguacate (*Persea schiedeana* Nees), cacao (*T. cacao* L.), café (*C. arabica* L.), carambola
119 (*Averrhoa carambola* L.), coco (*C. nucifera* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.), limón mandarina
120 (*C. limonia* Osbeck), mango (*Mangifera indica* L.), papaya (*Carica papaya* L.), plátano (*Musa*

121 *acuminata* Colla), rambután (*Nephelium lappaceum* L.) zapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E.
122 Moore & Stearn) principalmente. Además, cuenta con especies forestales donde predominan el
123 amate (*Ficus insipida* Willd.), barí (*H. brasiliensis* Müll.Arg.), bojón (*Cordia alliodora* (Ruiz &
124 Pav.) Oken), cachimbo (*Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook), capulín (*Sideroxylon*
125 *salicifolium* (L.) Roxb.), caoba (*S. macrophylla* King), cedro (*C. odorata* L.), ceiba (*C. pentandra*
126 Gaertn.), guachipelín (*Diphysa americana* Mill.), guarumo (*C. peltata* L.), jonote (*H.*
127 *appendiculatus* Turcz.), palo mulato (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.), sándalo (*S. album* L.) y teca
128 (*Tectona grandis* L.f.). El manejo de este sistema consta de actividades de mantenimiento cada
129 dos meses, como el deshierbe y la poda, la fertilización es mediante foliares orgánicos,
130 principalmente biol-supermagro.

131 **Muestreo de herpetofauna**

132 Se realizaron muestreos sistemáticos de marzo a octubre de 2024 abarcando las épocas de seca y
133 lluvia para Tabasco, los cuales consistieron de dos días efectivos con recorridos diurnos de 09:00-
134 13:00 hrs y nocturnos de 20:00-24:00 hrs. El esfuerzo de muestreo fue de 8 horas/hombre por día
135 con la participación de cinco personas. En cada sistema agroforestal se establecieron tres
136 transectos de banda ancha de 150 m de largo, con una distancia de escape de 5 m por lado,
137 separados a 50 m de distancia entre ellos (Ríos-Rodas *et al.* 2020).

138 Para la localización de los individuos, se utilizó la técnica de relevamiento por encuentro visual
139 (VES), que consiste en la búsqueda de individuos a través de los transectos establecidos durante
140 un tiempo predeterminado. Además, se complementó con la técnica de transectos auditivos
141 (AST), la cual resulta eficaz para la detección de anfibios mediante sus vocalizaciones, este
142 método permite registrar la presencia de organismos a lo largo de los transectos cuyo ancho se

143 ajusta según la distancia de detección de los cantos de cada especie (Zimmerman 1994). Para
144 cada individuo detectado se registró la fecha y hora de la observación, así como la temperatura y
145 humedad con un termohigrómetro de la marca Walfront™, la velocidad de viento con un
146 anemómetro digital Kestrel™, la intensidad luminosa con un luxómetro Mt-Itmeter™ y la
147 profundidad de la hojarasca con una regla de 30 cm donde se encontraba posado el individuo. Los
148 datos sobre precipitación se obtuvieron de la estación meteorológica más cercana al área de
149 estudio, ubicada en Malpasó, Chiapas (17°10' Norte, 93°35' Oeste). Así mismo, para cada
150 transecto se midió la cobertura arbórea con un densiómetro esférico cóncavo, donde se realizaron
151 cuatro lecturas por transecto dejando una separación de 15 m entre los puntos de lectura. Cada
152 lectura consistió en registrar los valores de cobertura en dirección a los cuatro puntos cardinales,
153 a una altura de 1.20 m sobre el suelo, dichos valores se promediaron y se multiplicaron por la
154 constante 1.04, dando como resultado la cobertura arbórea, esta variable se tomó para las épocas
155 de seca y lluvia (Lemmon 1956).

156 Los individuos que no pudieron ser identificados en campo fueron capturados y llevados a
157 laboratorio para su posterior identificación utilizando las claves taxonómicas de Leenders (2001),
158 Köhler (2003) y Díaz-Gamboa *et al.* (2020). Para la captura de los anfibios se utilizaron guantes
159 de nitrilo y se colocaron en bolsas de manta previamente humedecidas para evitar la
160 deshidratación de los ejemplares. En el caso de los reptiles, guantes de carnaza para lagartijas y
161 ganchos herpetológicos para serpientes. Los ejemplares recolectados fueron fijados en una
162 solución de formol al 10 % y conservados en un frasco hermético con alcohol al 70 % (Casas-
163 Andreu *et al.* 1991), posteriormente fueron depositados para su resguardo en la Colección de
164 Anfibios y Reptiles de Tabasco (CART), ubicada en la División Académica de Ciencias

165 Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, bajo el permiso federal de colecta
166 09/K5-0510/05/24.

167 **Análisis de datos**

168 Para evaluar la cobertura de la muestra en cada sistema agroforestal, se generaron curvas de
169 acumulación de especies mediante el estimador no paramétrico Bootstrap (Moreno 2001), el cual
170 se basa en la riqueza de especies (p_j) y la proporción de unidades de muestreo en las que se
171 encuentra presente la especie (j) (Krebs 1989). Para el análisis de la diversidad de la comunidad
172 herpetofaunística, se separó por ensambles, es decir, anfibios de los reptiles y para los reptiles, las
173 lagartijas de las serpientes (Cruz y Ramírez 2012). Con lo cual, se determinó la diversidad
174 verdadera de orden uno (1D) (Jost 2006), para seca y lluvia, así como para cada sistema
175 agroforestal. La equidad de las comunidades se calculó con el índice de Pielou (J'), que mide la
176 proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada, con
177 valores que van de 0 a 1, donde 1 dice que las especies presentan la misma abundancia dentro de
178 la comunidad (Magurran 1988). Para evaluar la similitud entre las comunidades, se utilizó el
179 índice de Sorensen (I_s) para datos cualitativos, este índice compara el número de especies
180 comunes con la media aritmética de las especies presentes en ambas comunidades (Magurran
181 1988). Además, se analizaron los patrones de distribución de especies por ensambles mediante
182 curvas de rango-abundancia (Magurran 2004). Se utilizó el programa EstimateS versión 9.1.0
183 (Colwell 2013) y Past (Hammer y Harper 2001) para cada uno de los análisis empleados. Las
184 variables ambientales se analizaron por sistema agroforestal mediante un Análisis de
185 Correspondencia Canónica (ACC), un método estadístico que permite relacionar la abundancia
186 de especies con las variables ambientales del entorno, utilizando el programa xlstat versión 3.2
187 (Addinsoft 2021).

188 **Resultados**

189 Con un esfuerzo de muestreo de 640 hrs/hombre, se registraron un total de 248 individuos donde
190 los anuros representaron el 61.69 % de las observaciones, seguido de las lagartijas con 31.85 % y
191 serpientes con 6.45 %. Se identificaron 17 familias, 26 géneros y 33 especies, de las cuales 13
192 fueron anfibios, 10 lagartijas y 10 serpientes. Para los anfibios, la familia Hylidae fue la mejor
193 representada con tres especies, para las lagartijas Dactyloidae con cinco y para serpientes
194 Colubridae con tres. Además, se documentó a *Lithobates forreri* (Boulenger, 1883) como nuevo
195 registro para Tabasco (Cuadro 1).

196 En el SAA se registraron 85 individuos, 13 familias, 18 géneros y 20 especies, los anfibios
197 presentaron ocho especies de ocho géneros y cinco familias, de las cuales Hylidae es la mejor
198 representada con tres especies y *Smilisca baudinii* (Duméril & Bibron, 1841) la especie más
199 abundante con 33 individuos. Para los reptiles, Colubridae fue la mejor representada con tres
200 especies y *Sceloporus teapensis* (Günther, 1890) la lagartija más abundante con el 21.43 % de las
201 observaciones. En el SAB se registraron 163 individuos, 11 familias, 18 géneros y 25 especies,
202 los anfibios se distribuyeron en 11 especies de ocho géneros y seis familias, de las cuales Hylidae
203 fue la mejor representada con cuatro especies y *S. baudinii* la especie más abundante con 51
204 individuos. Para los reptiles, la familia Dactyloidae fue la mejor representado con cinco especies
205 y *S. teapensis* fue la especie más abundante con el 15.24 % de las observaciones (Cuadro 1).

206 El estimador de riqueza Bootstrap obtuvo una completitud del muestreo en el SAA de 94.04 %
207 para anfibios, 85.11 % para lagartijas y 75.90 % para serpientes durante la época de seca, para
208 lluvia los valores fueron de 80.81 %, 81.08 % y 75.95 %, respectivamente. En el SAB, la
209 completitud fue de 82.30 %, 89.51 % y 75.95 % en la época de seca, y 85.47 %, 80.81 % y 75.99
210 % en lluvia. El índice de diversidad verdadera determinó que la mayor diversidad se obtuvo para

211 el grupo de los anfibios en el SAB en la temporada de seca con $^1D= 8.47$, mientras que la menor
212 se registró para lagartijas en el SAA, también en época de seca $^1D= 2.14$. El índice de Pielou
213 mostró una menor equidad para las lagartijas con 0.53 en el SAA, mientras que, para serpientes
214 fue mayor con 0.97 en el SAB (Cuadro 2).

215 La similitud para el ensamble de anfibios en el SAA fue del 54 % para ambas épocas, mientras
216 que para lagartijas y serpientes fue del 28 %. En el SAB, la similitud fue mayor en la época de
217 lluvia, 70 % para anfibios, 72 % lagartijas y 25 % serpientes. Sin embargo, al comparar entre
218 sistemas agroforestales y épocas climáticas, la similitud entre el SAA y SAB en época de seca fue
219 de 46 % para anfibios, 54 % lagartijas y 50 % serpientes. Por otro lado, al contrastar el SAA y
220 SAB en lluvia, los valores fueron de 66 % para anfibios, 28 % lagartijas y 28% serpientes
221 (Cuadro 3).

222 Las curvas de rango abundancia, muestran que *S. baudinii* fue la especie dominante para ambos
223 sistemas agroforestales durante las épocas de seca y lluvia con el 33.47 % de la abundancia total
224 y para reptiles *S. teapensis* con el 17.34 %. Las especies más abundantes difieren entre las
225 diferentes épocas climáticas. Para seca fueron *Anolis sericeus* (Hallowell, 1856) y *Craugastor*
226 *loki* (Shannon & Werler, 1955), en lluvia fue *Agalychnis taylori* (Funkhouser, 1957) y
227 *Eleutherodactylus leprus* (Cope, 1886) (Fig. 1).

228 El ACC muestra asociación en correlación de las especies con las variables ambientales, los
229 primeros dos ejes en el SAA explican el 76.12 % de la varianza. Los coeficientes de correlación
230 de las variables con los ejes mostraron que el eje 1 está definido por la cobertura del dosel (0.32),
231 donde las especies asociada a esta variable fueron *S. baudinii* y *A. taylori* para anfibios, mientras
232 que en reptiles fue el eje 2 por la luminosidad (-0.15) y las especies asociadas fueron *S. teapensis*

233 y *A. sericeus*, con asociaciones significativas ($p < 0.001$) (Fig. 2). En el SAB los dos primeros ejes
234 explican el 58.38 % de la varianza, donde el eje 1 está definido por la cobertura del dosel (0.51) y
235 el eje 2 por la precipitación (0.28) ($p < 0.001$), las especies relacionadas a estas variables fueron *A.*
236 *taylori*, *E. leprus* y *S. baudinii* para anfibios y para reptiles *S. teapensis* (Fig. 3).

237 **Discusión**

238 La riqueza de anfibios y reptiles registrada en los sistemas agroforestales estudiados, muestran
239 que pueden albergar una amplia variedad de especies, la cual puede ser similar a la de
240 ecosistemas conservados aledaños a los sitios de estudio (Ríos-Rodas *et al.* 2020, Gutiérrez-
241 Suárez *et al.* 2022). Esta riqueza fue mayor a la reportada en sistemas agroforestales de cacao en
242 el estado de Tabasco, México (Martínez-López *et al.* 2014), en cafetales (González-Romero y
243 Murrieta-Galindo 2008, Barrera-Méndez y Vázquez-López 2020), así como en otros
244 agroecosistemas convencionales en el país (Lara-Tufiño *et al.* 2019, Leyte-Manrique y Balderas-
245 Valdivia 2022). La diferencia entre nuestros resultados puede relacionarse con las características
246 de cada sistema agroforestal, como la heterogeneidad del paisaje, la conexión con vegetación
247 conservada, la variedad de microhábitats disponibles y el tipo de manejo agrícola, factores que
248 favorecen la presencia y estabilidad de diferentes especies de herpetofauna.

249 *Lithobates forreri* se registra por primera vez en el estado de Tabasco, extendiendo su área de
250 distribución conocida 55.31 km al norte en línea recta desde la localidad más cercana de registro
251 ubicada en Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas (Flores-Villela y Nieto-Montes de Oca 2020).
252 Esta especie se asocia comúnmente a cuerpos de agua permanentes o temporales, como arroyos,
253 estanques o charcas, y suele encontrarse en hábitats con una densa cobertura vegetal que le
254 proporcione refugio y humedad (Duellman 2001). Con este registro se incrementa el número de

255 especies de anfibios para el Estado a 46, de acuerdo con lo reportado por Barragán-Vázquez *et al.*
256 (2022).

257 El estimador de riqueza sugiere que aún falta por registrar entre el 6 y 19 % de las especies
258 anfibios en los sistemas agroforestales estudiados, así como entre el 15 y 19 % para lagartijas, y
259 24 % para serpientes, dicha variación obedece a la temporalidad y características biológicas y
260 ecológicas de las especies, así como la estructura y heterogeneidad de los sistemas agroforestales,
261 lo que indica que estos sistemas pueden resguardar una diversidad mayor a la observada. Es
262 probable que algunas especies no registradas estén asociadas a la vegetación primaria cercana o
263 utilicen estos sistemas como corredores biológicos, lo que refuerza la necesidad de realizar más
264 estudios en sistemas agroforestales.

265 El índice de diversidad verdadera determinó que el SAB es 1.22 veces más diverso que el SAA.
266 No obstante, al analizar los datos por ensambles y épocas climáticas, se observó que los mayores
267 valores de diversidad para anfibios y lagartijas ocurrieron durante la época seca, mientras que,
268 para las serpientes se registraron en lluvia, en ambos casos dentro del SAB. Estos resultados
269 contrastan con lo reportado por García y Cabrera-Reyes (2008) y Paz-Quevedo (2023), quienes
270 reportaron una mayor riqueza de anfibios durante la época de lluvia. Esta diferencia podría
271 explicarse por la presencia de cuerpos de agua permanentes dentro de los sistemas agroforestales
272 estudiados, que incluso durante la época seca, benefició la estabilidad de diversas especies al
273 funcionar como sitio de resguardo y reproducción. En el caso de las lagartijas, éstas se vieron
274 beneficiadas por la entrada de mayor radiación solar, que favorece procesos fisiológicos como la
275 termorregulación, reproducción y alimentación (Angilletta *et al.* 2002). Por el contrario, en el
276 caso de las serpientes, este patrón podría estar relacionado con el incremento en la disponibilidad
277 de presas, como gasterópodos, lagartijas y pequeños mamíferos, lo que aumenta su actividad y

278 facilita su observación en la época de lluvia (Canseco-Márquez *et al.* 2004, Roth-Monzón *et al.*
279 2018, Díaz-Gamboa *et al.* 2020).

280 Los anfibios registraron una mayor abundancia en comparación con los reptiles, lo cual contrasta
281 con lo reportado en algunos estudios realizados en agroecosistemas de México y en América
282 Latina, donde se ha observado un patrón consistente en el que los reptiles presentan una mayor
283 riqueza y abundancia (Macip-Ríos y Casas-Andreu 2008, Lara-Tufiño *et al.* 2019, Leyte-
284 Manrique y Balderas-Valdivia 2022). Nuestros resultados podrían explicarse por el hecho de que
285 en los sistemas agroforestales estudiados no se utilizan agroquímicos, lo que puede resultar
286 beneficioso para los anfibios al no estar expuestos a estos productos debido a que su piel es
287 permeable (Mann *et al.* 2009). Otros estudios han señalado que, en ciertos sistemas agroforestales
288 libres de productos químicos, pueden albergar comunidades de anfibios con niveles de riqueza y
289 abundancia similares a los observados en áreas naturales (Sankararaman *et al.* 2021, Cervantes-
290 López y Morante-Filho 2024). En este sentido, es probable que, en nuestros sitios de estudio, esta
291 condición haya contribuido a generar un ambiente más propicio para estos organismos.

292 Hylidae fue la familia que registró el mayor número de especies, de acuerdo con lo reportado por
293 Ríos-Rodas *et al.* (2020) y Gerónimo-Torres *et al.* (2022) quienes señalan que es la familia de
294 mayor riqueza en Tabasco, debido a que las especies presentan una gran adaptabilidad a una
295 variedad de ambientes tanto conservados como perturbados, así como a una amplia gama de
296 hábitats como arbóreos, semiacuáticos y acuáticos. En los reptiles, la familia Dactyloidae fue la
297 más diversa, similar a lo registrado por Barragán-Vázquez *et al.* (2022), debido a su adaptabilidad
298 ecológica que le permite ocupar una amplia variedad de hábitats, incluyendo ambientes
299 perturbados (Köhler 2008). En serpientes, Colubridae fue la mejor representada, similar a lo
300 reportado por Luna-Reyes *et al.* (2013), por lo que se relaciona con la heterogeneidad de los

301 sistemas agroforestales, donde la variedad de cultivos y vegetación ofrece abundante alimento,
302 como roedores, favoreciendo a estas serpientes de dieta generalista. Además, la capacidad de
303 adaptación a ambientes perturbados explica su predominancia en estos entornos (Leenders 2001,
304 Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona 2008).

305 La disimilitud entre los ensambles herpetológicos posiblemente se debe a las diferencias entre los
306 sistemas agroforestales; de las 20 especies que no se comparten en el presente estudio se puede
307 atribuir a factores como la conectividad ecológica, los eventos reproductivos y la heterogeneidad
308 ambiental. En particular, el SAB presentó una mayor diversidad de especies forestales, tanto de
309 cultivos perennes como temporales, que en consecuencia genera una estructura más compleja del
310 hábitat, mayores recursos alimenticios y sitios de refugio y reproducción, de manera que favorece
311 la presencia y estabilidad de un mayor número de especies. Así mismo, la cercanía del SAB con
312 áreas de vegetación conservada podría facilitar el flujo de organismos a través de corredores
313 biológicos, por lo tanto, ha sido señalado como un factor clave para mantener o aumentar la
314 riqueza de especies en paisajes modificados (Percino 2001, Pineda y Halfpeter 2003).

315 Las diferencias entre los ensambles de la comunidad observados en las curvas de rango-
316 abundancia pueden ser explicadas por las variables analizadas en el ACC. Dicho análisis muestra
317 que las especies de herpetofauna responden de diferente manera a las variables ambientales,
318 siendo la cobertura del dosel la más significativa en la distribución y composición de las especies
319 de anfibios, mientras que en los reptiles fue la luminosidad. En este sentido, la dominancia de *S.*
320 *baudinii* en ambos sistemas agroforestales se debe a la estructura vegetal, ya que su hábito es
321 arborícola (Lee 1996). Además, la especie presenta una alta tolerancia a las variaciones
322 ambientales, que le permite ocupar una mayor diversidad de hábitats (Duellman 2001, Wells
323 2019). En nuestro estudio, esta especie fue más abundante en el SAB, específicamente en los

324 transectos con mayor número de árboles de cacao, lo cual coincide con estudios que indican que
325 los sistemas agroforestales con mayor cobertura del dosel, como a menudo sucede en los
326 cacaotales, mantienen la presencia de especies de anfibios arborícolas (Gardner *et al.* 2007, Paz-
327 Quevedo 2023).

328 *Craugastor loki* y *E. leprus* mostraron una fuerte asociación a la abundante hojarasca, ya que la
329 utilizan como refugio diurno, brindando protección frente a depredadores lo que favorece la
330 estabilidad y actividad de estas especies en el sitio (Urbina-Cardona y Pérez-Torres 2002,
331 Urbina-Cardona y Reynoso 2009). Este fenómeno se pudo observar en el SAB donde la madurez
332 de este sistema agroforestal permite mayor acumulación de hojarasca y mantiene las condiciones
333 ambientales como la humedad y temperatura (Whitfield y Pierce 2005, Pérez-Flores *et al.* 2018).
334 Según Urbina-Cardona y Reynoso (2009) esta relación se debe principalmente a la estabilidad
335 térmica que ofrece este sustrato, lo cual genera un microhábitat adecuado para su desarrollo,
336 asimismo, al tratarse de ranas de desarrollo directo, dependen de estos ambientes para completar
337 su ciclo de vida (Campbell 1999, Duellman 2001). Además, esta capa de hojarasca proporciona
338 un microhábitat adecuado para invertebrados que constituyen la base alimenticia de muchas
339 especies de anfibios (Beard *et al.* 2002). Por otro lado, *Craugastor alfredi* (Boulenger, 1898) fue
340 común ya que es una especie asociada a ambientes conservados con afloramientos rocosos
341 resaltando la importancia de estos sistemas agroforestales (Flores-Villela y Canseco-Márquez
342 2004, Gerónimo-Torres *et al.* 2022). Esto respalda lo sugerido por Urbina-Cardona *et al.* (2006),
343 que los cacaotales pueden mantener funciones ecológicas importantes y actuar como conectores
344 entre áreas agrícolas y vegetación natural.

345 En los reptiles la luminosidad fue la variable que más influyó, *S. teapensis* y *A. sericeus* fueron
346 las especies más abundante debido a una clara preferencia por microhábitats con mayor radiación

347 solar, lo que coincide con sus necesidades fisiológicas para la termorregulación activa (Güizado-
348 Rodríguez *et al.* 2022, Badillo-Saldaña *et al.* 2022), así como su adaptabilidad a diferentes
349 condiciones ambientales, incluidos cambios estacionales y facilidad de desplazamiento (Vitt y
350 Caldwell 2013). De acuerdo con Leyte-Manrique y Balderas-Valdivia (2022) señalan que,
351 durante la época seca, la disponibilidad temporal de agua no las restringe completamente, lo que
352 contribuye a la presencia y abundancia de estas lagartijas.

353 En el caso de las serpientes, su baja abundancia registrada en ambos sistemas agroforestales
354 podría estar relacionada con sus características biológicas y ecológicas, como su naturaleza
355 críptica, hábitos nocturnos y bajas densidades poblacionales (Martins y Oliveira 1998, Shine y
356 Bonnet 2000). No obstante, la presencia de especies como *Leptophis ahaetulla* (Linnaeus, 1758),
357 *Ninia diademata* (Baird & Girard, 1853), *Sibon nebulatus* (Linnaeus, 1758) e *Imantodes cenchoa*
358 (Linnaeus, 1758), asociadas a ambientes con vegetación conservada, sugiere que estos sistemas
359 agroforestales mantienen condiciones óptimas para ciertos ofidios arborícolas y semi-arborícolas.
360 Estas especies dependen de la cobertura del dosel para desplazarse, cazar y refugiarse, lo que
361 resalta su importancia como variable clave para su permanencia (Solórzano 2004, Henderson y
362 Powell 2009). Adicionalmente, la disponibilidad de recursos tróficos como anuros y pequeños
363 reptiles, cuya abundancia fue mayor en el SAB, también podría influir en la presencia de ofidios
364 predadores especializados (Luiselli 2006). Estos hallazgos apoyan la idea de que, aunque poco
365 detectadas, las serpientes pueden beneficiarse indirectamente de la estructura y madurez de los
366 sistemas agroforestales con mayor cobertura y conectividad ecológica.

367 Respecto a nuestras hipótesis planteadas, los resultados confirman que los sistemas agroforestales
368 pueden albergar una riqueza de anfibios y reptiles similar a la de ambientes conservados,
369 especialmente aquellos con conexión a vegetación conservada, manejo agroecológico y alta

370 heterogeneidad ambiental. En cuanto a la cobertura del dosel, nuestra hipótesis fue confirmada ya
371 que esta variable fue la que más influyó en la comunidad de anfibios, mientras que en reptiles
372 destacó la luminosidad, lo que confirma parcialmente su efecto diferencial según el ensamble.
373 Por último, no se registró una mayor riqueza durante la época de lluvias, ya que en el SAB la
374 riqueza fue superior en la época seca, probablemente por la acumulación de hojarasca y la
375 presencia de cuerpos de agua permanentes, lo que indica que las condiciones ambientales y de
376 manejo pueden ser más determinantes que la estacionalidad.

377 Participación de autores:

378 CQHE, BVMR y RRL: Concibieron y realizaron el estudio. CQHE y RRL: Colectaron el
379 material. CQHE y GTJC: Análisis de datos y escritura. ZRCE y RMJA: Escritura y revisión del
380 manuscrito. Todos los autores contribuyeron a la discusión revisión y aprobación del manuscrito
381 final.

382 Agradecimientos:

383 Al CECYHTY otorgada a CQHE. A la comunidad Ejido Villa de Guadalupe quienes permitieron
384 el acceso al sitio y acompañamiento en campo. A colaboradores en el monitoreo de campo
385 Braulio Miguel Gasser Jiménez y Jenny del Carmen Estrada Montiel.

386 Conflicto de interés:

387 Los autores declaran que no existen conflictos de interés durante la realización del presente
388 trabajo.

389 **Literatura citada**

390 Abril Y. 2011. Sistemas agroforestales como alternativa de manejo sostenible en la actividad
391 ganadera de la Orinoquia Colombiana. *Rev. Sist. Prod. Agroecol.* 2(1):103–127. doi:
392 <https://doi.org/10.22579/22484817.571>

393 Addinsoft. (2021). *XLSTAT statistical and data analysis solution*. Version 3.2. Paris, France.

394 Angilletta MJ Jr, Niewiarowski PH, Navas CA. 2002. The evolution of thermal physiology in
395 ectotherms. *Journal of Thermal Biology* 27(4):249–268. doi: [https://doi.org/10.1016/S0306-](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(01)00094-8)
396 [4565\(01\)00094-8](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(01)00094-8)

397 Badillo-Saldaña LM, García-Rosales A, Ramírez-Bautista A. 2022. Influence of microhabitat use
398 on morphology traits of three species of the *Anolis sericeus* complex (Squamata: Dactyloidae) in
399 Mexico. *Zoology (Jena)* 152:126003. doi: <https://doi.org/10.1016/j.zool.2022.126003>

400 Barragán-Vázquez MR, Ríos-Rodas L, Fucsko LA, Porras LW, Mata-Silva V, Rocha A,
401 DeSantis DL, García-Padilla E, Johnson JD, Wilson LD. 2022. The herpetofauna of Tabasco,
402 Mexico: composition, distribution, and conservation status. *Amphib. Reptil. Conserv.* 16(2):1–61
403 (e315).

404 Barrera-Méndez W, Vázquez-López H. 2020. Wildlife associated with a coffee plantation in
405 Córdoba, Veracruz, México. *Biocyt Biol. Sci. Technol.* 13: doi:
406 <https://doi.org/10.22201/fesi.20072082.2020.13.75829>

407 Beard KH, Vogt KA, Kulmatiski A. 2002. Top-down effects of a terrestrial frog on forest
408 nutrient dynamics. *Oecologia.* 133(4):583–593. doi: <https://doi.org/10.1007/s00442-002-1073-0>

409 Campbell JA. 1999. Amphibians and reptiles of northern Guatemala, the Yucatán, and Belize.
410 Vol. 4. Norman (OK): University of Oklahoma Press.

411 Canseco-Márquez L, Mendoza-Quijano F, Gutiérrez-Mayén MG. 2004. Análisis de la
412 distribución de la herpetofauna. En: Luna-Vega I, Morrone JJ, Esparza D, editores. *Biodiversidad*
413 *de la Sierra Madre Oriental*. México: Instituto de Biología, UNAM. p. 417–438.

414 Carvajal-Cogollo, JE, Urbina-Cardona, JN. 2008. Patrones de diversidad y composición de
415 reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Trop. Conserv. Sci.* 1(4):
416 397–416.

- 417 Casanova-Lugo F, Ramírez-Avilés L, Parsons D, Caamal-Maldonado A, Piñeiro-Vázquez AT,
418 Díaz-Echeverría V. 2016. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. *Rev.*
419 *Chapingo Ser. Cienc. For. Amb.* 22(3):269–284. doi:
420 <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2015.06.029>
- 421 Casas-Andreu G, Valenzuela-López G, Ramírez-Bautista A. 1991. *Cómo hacer una colección de*
422 *anfibios y reptiles*. Cuadernos del Instituto de Biología, No. 10. Ciudad de México: Universidad
423 Nacional Autónoma de México.
- 424 Cervantes-López M, Morante-Filho J. 2024. A global meta-analysis on patterns of amphibian and
425 reptile diversity in agroforestry systems. *Global Ecology and Conservation* 51:e02914. doi:
426 <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2024.e02914>
- 427 Colwell R. 2013. Statistical estimation of species richness and shared species from samples.
428 University of Connecticut, Storrs, United States of America.
- 429 Cruz-Elizalde R, Ramírez-Bautista A, Wilson LD, Hernández-Salinas U. 2015. Effectiveness of
430 protected areas in herpetofaunal conservation in Hidalgo, Mexico. *Herpetol. J.* 25(1):41–48.
- 431 Cruz-Elizalde R, Ramírez-Bautista A. 2012. Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del
432 estado de Hidalgo, México. *Rev. Mex. Biodiv.* 83:458–467.
- 433 Díaz-Gamboa L, Herrera D, Gallardo A, Cedeño-Vázquez J, Gonzalez-Sanchez VH, Chiappa-
434 Carrara X, Arenas C. 2020. Catálogo de reptiles de la península de Yucatán.
- 435 Duellman WE. 2001. The Hylid frogs of Middle America. Revised edition. Ithaca (NY): Society
436 for the Study of Amphibians and Reptiles.
- 437 Fahrig L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*
438 34(1):487–515. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- 439 Flores-Villela O, Canseco-Márquez L. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la
440 herpetofauna de México. *Acta Zool Mex Nueva Ser.* 20(2):115-144.

- 441 Flores-Villela O, Nieto-Montes de Oca A, coords. 2020. Apoyo a las colecciones biológicas de la
442 Facultad de Ciencias de la UNAM: Fase 1. Ciudad de México: Facultad de Ciencias, Universidad
443 Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO (colección herpetológica),
444 proyecto LE002.
- 445 García A, Cabrera-Reyes A. 2008. Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad
446 de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. *Acta Zool Mex (n.s.)* 24(3):91–115.
- 447 Gardner TA, Ribeiro-Júnior MA, Barlow JOS, Ávila-Pires TCS, Hoogmoed MS, Peres CA.
448 2007. The value of primary, secondary, and plantation forests for a neotropical herpetofauna.
449 *Conserv Biol.* 21(3):775–787. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00659.x>
- 450 Gerónimo-Torres JC, Barragán-Vázquez MR, Ríos-Rodas L. 2022. Incorporando la distintividad
451 taxonómica en estudios de diversidad: Anfibios del Parque Estatal de la Sierra de Tabasco,
452 México. *Ecosistemas* 31(2):2294. doi: <https://doi.org/10.7818/ECOS.2294>
- 453 González-Romero A, Murrieta-Galindo R. 2008. Anfibios y reptiles. En: *Agroecosistemas*
454 *cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. Instituto de Ecología, Instituto
455 Nacional de Ecología, México; p. 135-147.
- 456 Güizado-Rodríguez MA, García-Vázquez UO, Solano-Zavaleta I, Maceda-Cruz RJ, Duifhuis-
457 Rivera C. 2022. Intra-population variation of body temperature of the lizard *Sceloporus*
458 *anahuacus* (Squamata: Phrynosomatidae) in Sierra del Ajusco, Mexico. *Acta Zool. Mex.* 38
- 459 Gutiérrez-Suárez JM, Ríos-Rodas L, Gerónimo-Torres JC, Barragán R. 2022. Diversidad y
460 estado de conservación de reptiles asociados a dos ecosistemas ribereños del municipio de
461 Huimanguillo, Tabasco, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 37:15. doi:
462 <https://doi.org/10.56369/tsaes.3894>
- 463 Hammer Ø, Harper DA. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and
464 data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4(1):1.
- 465 Henderson RW, Powell R. 2009. Natural history of West Indian reptiles and amphibians.

- 466 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2014. Anuario estadístico y geográfico de
467 Tabasco 2014. Gobierno del Estado de Tabasco. 533 p.
- 468 Jost L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113(2):363–375. doi:
469 <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- 470 Köhler G. 2003. Reptiles of Central America. Herpetofauna between Mexico and Panama.
- 471 Köhler G. 2008. *Reptiles of Central America*. 2nd ed. Offenbach (Germany): Herpeton, Elke
472 Köhler.
- 473 Krebs CJ. 1989. Ecological methodology. New York: Harper & Row Publishers. 654 p.
- 474 Lara-Tufiño JD, Badillo-Saldaña LM, Hernández-Austria R, Ramírez-Bautista A. 2019. Effects
475 of traditional agroecosystems and grazing areas on amphibian diversity in a region of central
476 Mexico. PeerJ 7:e6390. doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.6390>
- 477 Lee JC. 1996. The amphibians and reptiles of the Yucatán Peninsula. Cornell University Press,
478 United States of America. 500 p.
- 479 Leenders T. 2001. *A guide to amphibians and reptiles of Costa Rica*. Ithaca (NY): Cornell
480 University Press.
- 481 Lemmon PE. 1956. A spherical densiometer for estimating forest overstorey density. *For. Sci.*
482 2(4):314–320.
- 483 Leyte-Manrique A, Balderas-Valdivia CJ. 2022. Los agroecosistemas como refugios de la
484 biodiversidad: el caso de los anfibios y reptiles. *OJS Prueba*. 4(9):37–47.
- 485 Leyte-Manrique A, Barragán-Cisneros AA, Trujano-Durán MA, Berriozabal-Islas C, Maciel-
486 Mata CA. 2019. A comparison of amphibian and reptile diversity between disturbed and
487 undisturbed environments of Salvatierra, Guanajuato, Mexico. *Trop. Conserv. Sci.* 12:1–13. doi:
488 <https://doi.org/10.1177/1940082919829992>

- 489 Luiselli L. 2006. Resource partitioning and interspecific competition in snakes: the search for
490 general geographical and guild patterns. *Oikos* 114(2):193–211. doi:
491 <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14064.x>
- 492 Luna-Reyes R, Canseco-Márquez L, Hernández-García E. 2013. Los reptiles. En: Comisión
493 Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Gobierno del Estado de Chiapas,
494 editores. *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México:
495 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. p. 319–328.
- 496 Macip-Ríos R, Casas-Andreu G. 2008. Los cafetales en México y su importancia para la
497 conservación de los anfibios y reptiles. *Acta Zoológica Mexicana* 24(2):143–159.
- 498 Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurements. Princeton (NJ): Princeton
499 University Press. doi: <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- 500 Magurran AE. 2004. Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Publishing. 256 p.
- 501 Mann RM, Hyne RV, Choung CB, Wilson SP. 2009. Amphibians and agricultural chemicals:
502 review of the risks in a complex environment. *Environmental Pollution* 157(11):2903–2927. doi:
503 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.05.015>
- 504 Martínez-López AA, Candia-Alor CDR, Flores-Lázaro C, Bolívar-Arriaga NK, Aldana-
505 Rodríguez J, Hernández-de la-Cruz R. 2014. Herpetofauna en un cacaotal en la R/A Huimango
506 1a Sección, Cunduacán, Tabasco. *Kuxulkab'* 17(33). doi:
507 <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a17n33.360>
- 508 Martins M, Oliveira ME. 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central
509 Amazonia, Brazil. *Herpetol. Nat. Hist.* 6(2):78–150.
- 510 Moreno CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza (ES): Sociedad Entomológica
511 Aragonesa (SEA); Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. 84 p.
- 512 Moreno-Calles A, Casas A, Blancas J, et al. 2010. Agroforestry systems and biodiversity
513 conservation in arid zones: the case of the Tehuacán Valley, Central México. *Agrofor. Syst.*
514 80:315–331. doi: <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9349-0>

515 Paz-Quevedo OW. 2023. Diversidad de anfibios y reptiles silvestres en un agroecosistema de El
516 Salvador: implicaciones socioecológicas. *Rev. Panam. Cienc. Soc.* (7):110–123.

517 Percino R. 2001. Diversidad de reptiles en bosque mesófilo de montaña y cafetal, en la Reserva
518 de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. [Tesis]. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma
519 de Puebla. 94 p.

520 Pérez-Flores J, Pérez AA, Suárez YP, et al. 2018. Leaf litter and its nutrient contribution in the
521 cacao agroforestry system. *Agroforest Syst.* 92:365–374. doi: [https://doi.org/10.1007/s10457-](https://doi.org/10.1007/s10457-017-0096-3)
522 [017-0096-3](https://doi.org/10.1007/s10457-017-0096-3).

523 Pineda E, Halffter G. 2003. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical
524 montane landscape in México. *Biol Conserv.* 117:399–408. doi:
525 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.08.009>

526 Ríos-Rodas L, Zenteno-Ruíz CE, Pérez-De la Cruz M, Arriaga-Weiss SL, Jiménez-Pérez NC,
527 Bustos-Zagal MG. 2020. Anfibios riparios en dos ecosistemas tropicales del sureste de México.
528 *Ecosistemas* 29(3):2098. doi: <https://doi.org/10.7818/ECOS.2098>

529 Roth-Monzón AJ, Mendoza-Hernández AA, Flores-Villela O. 2018. Amphibian and reptile
530 biodiversity in the semi-arid region of the municipality of Nopala de Villagrán, Hidalgo, Mexico.
531 *PeerJ* 6:e4202. doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.4202>

532 Sankararaman, V., Dalvi, S., Miller, D., & Karanth, K. (2021). Local and landscape
533 characteristics shape amphibian communities across production landscapes in the Western Ghats.
534 *Ecological Solutions and Evidence*, 2, e12110. doi: <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12110>

535 Shine R, Bonnet X. 2000. Snakes: a new ‘model organism’ in ecological research? *Trends Ecol.*
536 *Evol.* 15(6):221–222.

537 Solórzano A. 2004. Serpientes de Costa Rica: distribución, taxonomía e historia natural. Heredia,
538 Costa Rica: Editorial INBio.

539 Suazo-Ortuño I, Alvarado-Díaz J, Mendoza E, et al. 2015. High resilience of herpetofaunal
540 communities in a human-modified tropical dry forest landscape in Western Mexico. *Trop.*
541 *Conserv. Sci.* 8(2):396–423. doi: <https://doi.org/10.1177/194008291500800208>

542 Urbina-Cardona JN, Olivares-Pérez M, Reynoso VH. 2006. Herpetofauna diversity and
543 microenvironment correlates across a pasture-edge-interior ecotone in tropical rainforest
544 fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biol Conserv.* 132:61-75.
545 doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.03.014>

546 Urbina-Cardona JN, Pérez-Torres J. 2002. Dinámica y preferencias de microhábitat en dos
547 especies del género *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) de bosque andino. En: *Memorias*
548 *del Congreso Mundial de Páramos*. Gente Nueva, Bogotá, Colombia. p. 278–288.

549 Urbina-Cardona JN, Reynoso VH. 2009. Uso del microhábitat por hembras grávidas de la rana de
550 hojarasca *Craugastor loki* en la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Rev*
551 *Mex Biodivers.* 80(2):571–573. doi: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.002.630>

552 Valencia-Aguilar A, Cortés-Gómez AM, Ruiz-Agudelo CA. 2013. Ecosystem services provided
553 by amphibians and reptiles in Neotropical ecosystems. *Int. J. Biodivers. Sci. Ecosyst. Serv.*
554 *Manag.* 9(3):257–272. doi: <https://doi.org/10.1080/21513732.2013.821168>

555 Valencia-Zuleta AJ, Jaramillo-Martínez AF, Echeverry-Bocanegra A, Viáfara-Vega R,
556 Hernández-Córdoba O, Cardona-Botero VE, Gutiérrez-Zúñiga J, Castro-Herrera F. 2014.
557 Conservation status of the herpetofauna, protected areas, and current problems in Valle del
558 Cauca, Colombia. *Amphib. Reptile Conserv.* 8(2) [Special Sect.]:1–18; S1–S24 (e87).

559 Wells KD. 2019. The ecology and behavior of amphibians. *University of Chicago Press*. p. 1–
560 1100.

561 Whitfield SM, Pierce MS. 2005. Tree buttress microhabitat use by a Neotropical leaf-litter
562 herpetofauna. *J Herpetol.* 39(2):192–198. doi: <https://doi.org/10.1670/219-04A>

563 Zimmerman BL. 1994. Audio strip transects. En: Heyer WR, Donnelly MA, McDiarmid RW,
564 Hayek LC, Foster MS, editores. *Measuring and monitoring biological diversity: standard*
565 *methods for amphibians*. Washington, D.C., USA: Smithsonian Institution. p. 92–97.

566

567 **Anexo**
 568 **Cuadro 1.** Especies de herpetofauna observadas, abundancia por sistema agroforestal y
 569 categorías de riesgo.

Clase Amphibia Orden Anura	Abrev	Sistema agroforestal				Estado de conservación	
		A		B		NOM-059-SEMARNAT	IUCN
		Seca	Lluvia	Seca	Lluvia		
Familia Bufonidae							
<i>Incilius valliceps</i> (Wiegmann, 1833)	<i>Inv</i>	-	1	1	4	NC	LC
<i>Rhinella horribilis</i> (Wiegmann, 1833)	<i>Rhb</i>	-	1	-	-	NC	LC
Familia Craugastoridae							
<i>Craugastor alfredi</i> (Boulenger, 1898)	<i>Caf</i>	-	-	2	1	NC	LC
<i>Craugastor loki</i> (Shannon & Werler, 1955)	<i>Col</i>	5	1	4	5	NC	LC
Familia Eleutherodactylidae							
<i>Eleutherodactylus leprus</i> (Cope, 1879)	<i>Elp</i>	-	1	3	20	PR	LC
Familia Hylidae							
<i>Agalychnis taylori</i> (Funkhouser, 1957)	<i>Aty</i>	-	7	1	1	PR	LC
<i>Dendropsophus microcephalus</i> (Cope, 1886)	<i>Dmp</i>	2	1	1	-	PR	LC
<i>Smilisca baudinii</i> (Duméril & Bibron, 1841)	<i>Sbi</i>	14	19	4	47	PR	LC
<i>Smilisca cyanosticta</i> (Smith, 1953)	<i>Sct</i>	-	-	-	1	A	LC
Familia Leptodactylidae							
<i>Leptodactylus melanonotus</i> (Hallowell, 1861)	<i>Lmt</i>	-	-	3	-	NC	LC
Familia Myrohylidae							
<i>Hypopachus variolosus</i> (Cope, 1886)	<i>Hvs</i>	-	-	-	1	NC	LC
Familia Ranidae							
<i>Lithobates brownorum</i> (Sanders, 1973)	<i>Lbm</i>	-	1	-	-	PR	LC
<i>Lithobates forreri</i> * (Boulenger, 1883)	<i>Lfi</i>	-	-	1	-	PR	LC
Clase Reptilia Orden Squamata Suborden Lacertilia							
Familia Corytophanidae							
<i>Corytophanes hernandesii</i> (Wiegmann, 1831)	<i>Chi</i>	1	-	-	-	PR	LC
Familia Dactyloidae							
<i>Anolis compressicauda</i> (Smith & Kerster, 1955)	<i>Aca</i>	-	-	4	2	NC	LC

<i>Anolis laevis</i> (Wiegmann, 1834)	<i>Alv</i>	-	-	1	-	NC	LC
<i>Anolis lemurinus</i> (Cope, 1861)	<i>Alm</i>	1	-	2	-	NC	LC
<i>Anolis rodriguezi</i> (Bocourt, 1873)	<i>Arz</i>	-	-	2	1	NC	LC
<i>Anolis sericeus</i> (Hallowell, 1856)	<i>Ass</i>	2	-	15	2	NC	LC
Familia Gekkonidae							
<i>Hemidactylus frenatus</i> (Duméril & Bibron, 1836)	<i>Hft</i>	-	1	-	-	NC	LC
Familia Phrynosomatidae							
<i>Sceloporus teapensis</i> (Günther, 1890)	<i>Stp</i>	14	4	10	15	NC	LC
Familia Scincidae							
<i>Scincella cherriei</i> (Cope, 1893)	<i>Sci</i>	-	1	-	-	NC	LC
Familia Teiidae							
<i>Aspidoscelis deppii</i> (Wiegmann, 1834)	<i>Adi</i>	-	-	1	-	NC	LC
Suborden Serpentes							
Familia Boidae							
<i>Boa imperator</i> (Daudin, 1803)	<i>Bip</i>	2	-	-	-	A	LC
Familia Colubridae							
<i>Drymobius margaritiferus</i> (Schlegel, 1837)	<i>Dmf</i>	1	-	-	-	NC	LC
<i>Leptophis ahaetulla</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Lal</i>	-	-	-	1	A	LC
<i>Oxybelis potosiensis</i> (Wagler, 1824)	<i>Ops</i>	-	1	-	-	NC	LC
<i>Spilotes pullatus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Spl</i>	1	-	-	1	NC	LC
Familia Dipsadidae							
<i>Coniophanes imperialis</i> (Baird & Girard, 1859)	<i>Cim</i>	1	1	1	1	NC	LC
<i>Imantodes cenchoa</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Imc</i>	-	-	-	1	PR	LC
<i>Ninia diademata</i> (Baird & Girard, 1853)	<i>Ndd</i>	-	-	-	1	NC	LC
<i>Sibon nebulatus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Snb</i>	-	-	-	1	NC	LC
Familia Viperidae							
<i>Bothrops asper</i> (Garman, 1884)	<i>Bap</i>	-	1	-	1	NC	LC
Número total de individuos (N)		44	41	56	107		
Número total de especies (S)		11	14	17	19		

570 Estado de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT): A=Amenazada; P=En peligro
571 de extinción; PR= Sujeta a protección especial; y NC=No considerada. Categorización de la Lista
572 Roja de la UICN: CR= En peligro crítico; EN: En peligro de extinción; VU= Vulnerable; NT=
573 Casi amenazada; LC= Preocupación menor; DD= Datos deficientes; y NE= No evaluado.
574 *Nuevo registro para Tabasco.
575

576 **Cuadro 2.** Diversidad de herpetofauna observada en épocas de seca y lluvia.

Sistema Agroforestal	Época	Grupo	Riqueza	1'D	Equidad	Bootstrap	Cobertura de la muestra
SAA	Seca	Anfibios	3	2.36	0.61	3.19	94.04
		Lagartijas	4	2.14	0.53	4.70	85.11
		Serpientes	4	3.79	0.96	5.27	75.90
	Lluvia	Anfibios	8	3.64	0.61	9.90	80.81
		Lagartijas	3	2.38	0.53	3.07	81.08
		Serpientes	3	3	0.96	3.95	75.95
SAB	Seca	Anfibios	10	8.47	0.63	12.15	82.30
		Lagartijas	7	4.48	0.71	7.82	89.51
		Serpientes	3	3	0.97	3.95	75.95
	Lluvia	Anfibios	7	3.22	0.63	7.02	85.47
		Lagartijas	4	2.28	0.71	4.95	80.81
		Serpientes	5	5	0.97	6.58	75.99

577 SAA= Sistema agroforestal A; SAB= Sistema agroforestal B.

578

579 **Cuadro 3.** Especies compartidas (*) y valores de similitud entre sistemas agroforestales en

580 épocas de seca y lluvia.

			SAA						SAB					
			Seca			Lluvia			Seca			Lluvia		
			Anf	Lag	Ser	Anf	Lag	Ser	Anf	Lag	Ser	Anf	Lag	Ser
SAA	Seca	Anf	1	-	-	0.54	-	-	0.46	-	-	0.40	-	-
		Lag	-	1	-	-	0.28	-	-	0.54	-	-	0.50	-
		Ser	-	-	1	-	-	0.28	-	-	0.50	-	-	0.25
	Lluvia	Anf	3*	-	-	1	-	-	0.66	-	-	0.66	-	-
		Lag	-	1*	-	-	1	-	-	0.20	-	-	0.28	-
		Ser	-	-	1*	-	-	1	-	-	0.57	-	-	0.28
	Seca	Anf	3*	-	-	6*	-	-	1	-	-	0.70	-	-
		Lag	-	3*	-	-	1*	-	-	1	-	-	0.72	-
		Ser	-	-	2*	-	-	2*	-	-	1	-	-	0.25

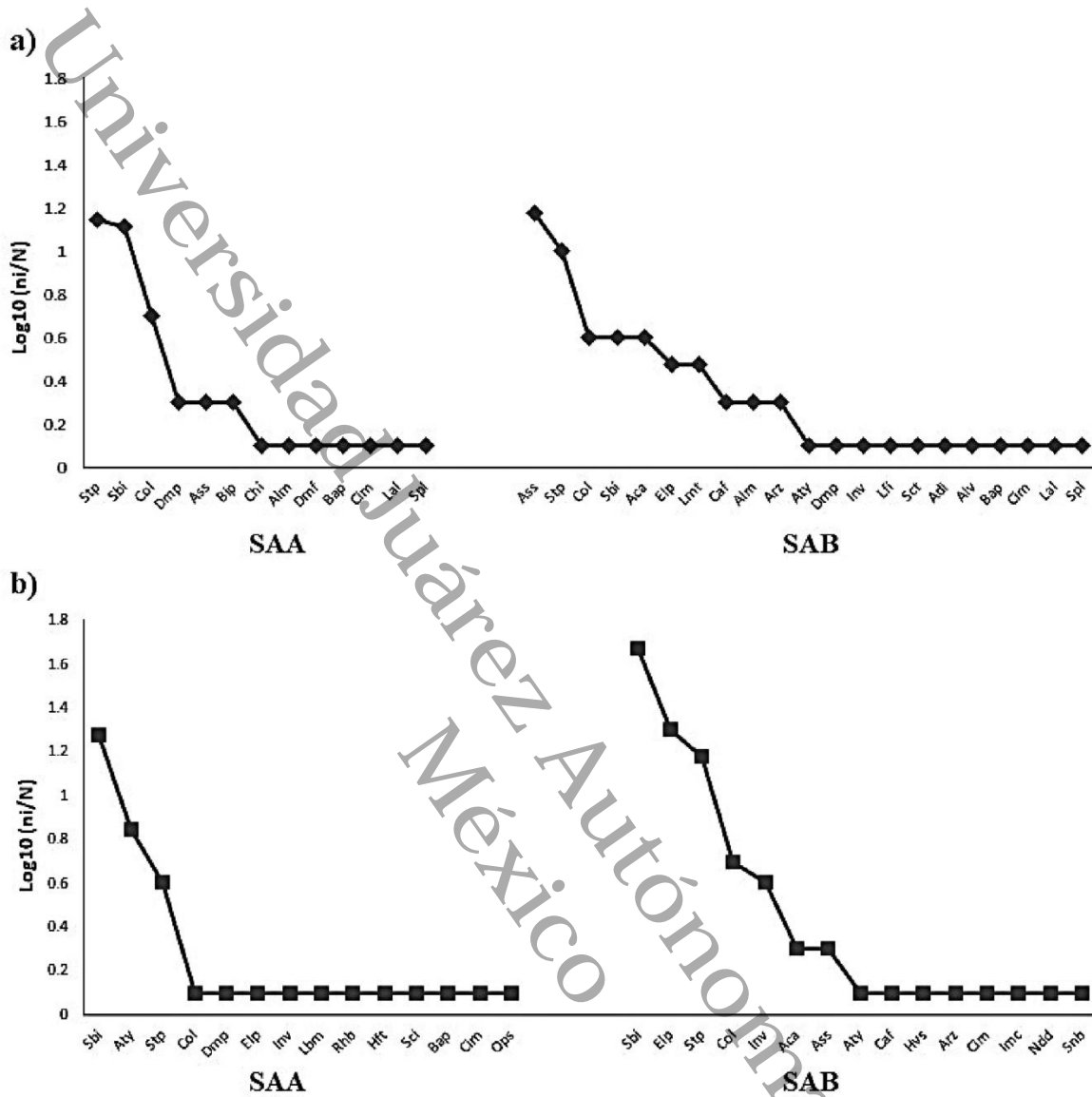
SAB	Lluvia	<i>Anf</i>	2*	-	-	5*	-	-	5*	-	-	1	-	-
		<i>Lag</i>	-	2*	-	-	1*	-	-	4*	-	-	1	-
		<i>Ser</i>	-	-	1*	-	-	1*	-	-	1*	-	-	1

581 SAA= Sistema agroforestal A; SAB= Sistema agroforestal B. Anf= anfibios; Lag= lagartijas; Ser:
582 serpientes.

583

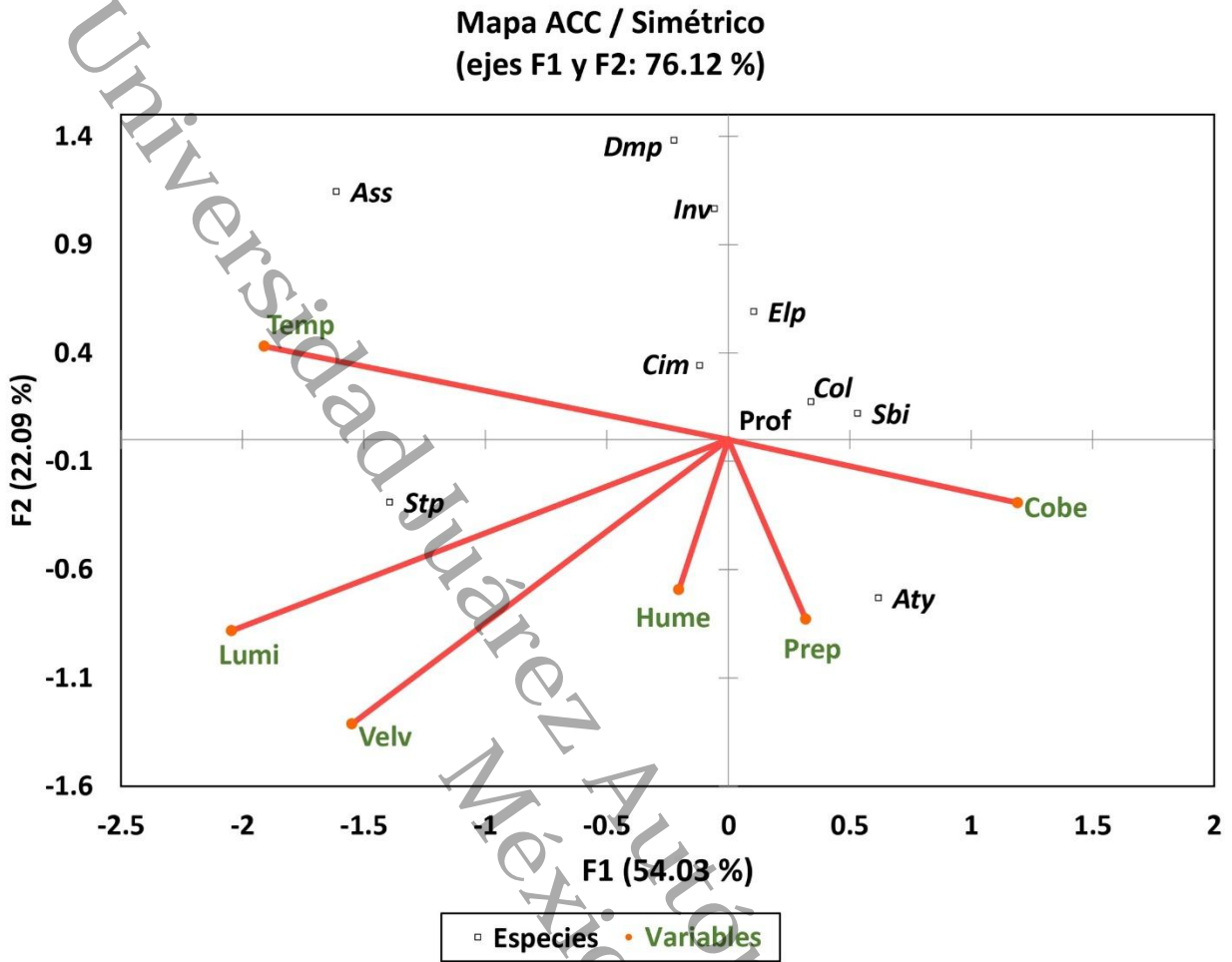
584

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
México



585
 586 **Figura 1.** Curvas de rango-abundancia de las especies de herpetofauna observadas en cada
 587 sistema agroforestal. a) época de seca y b) época de lluvia. SAA= Sistema agroforestal A; SAB=
 588 Sistema agroforestal B. Las abreviaciones y el nombre completo de las especies se encuentran en
 589 el cuadro 1.

590

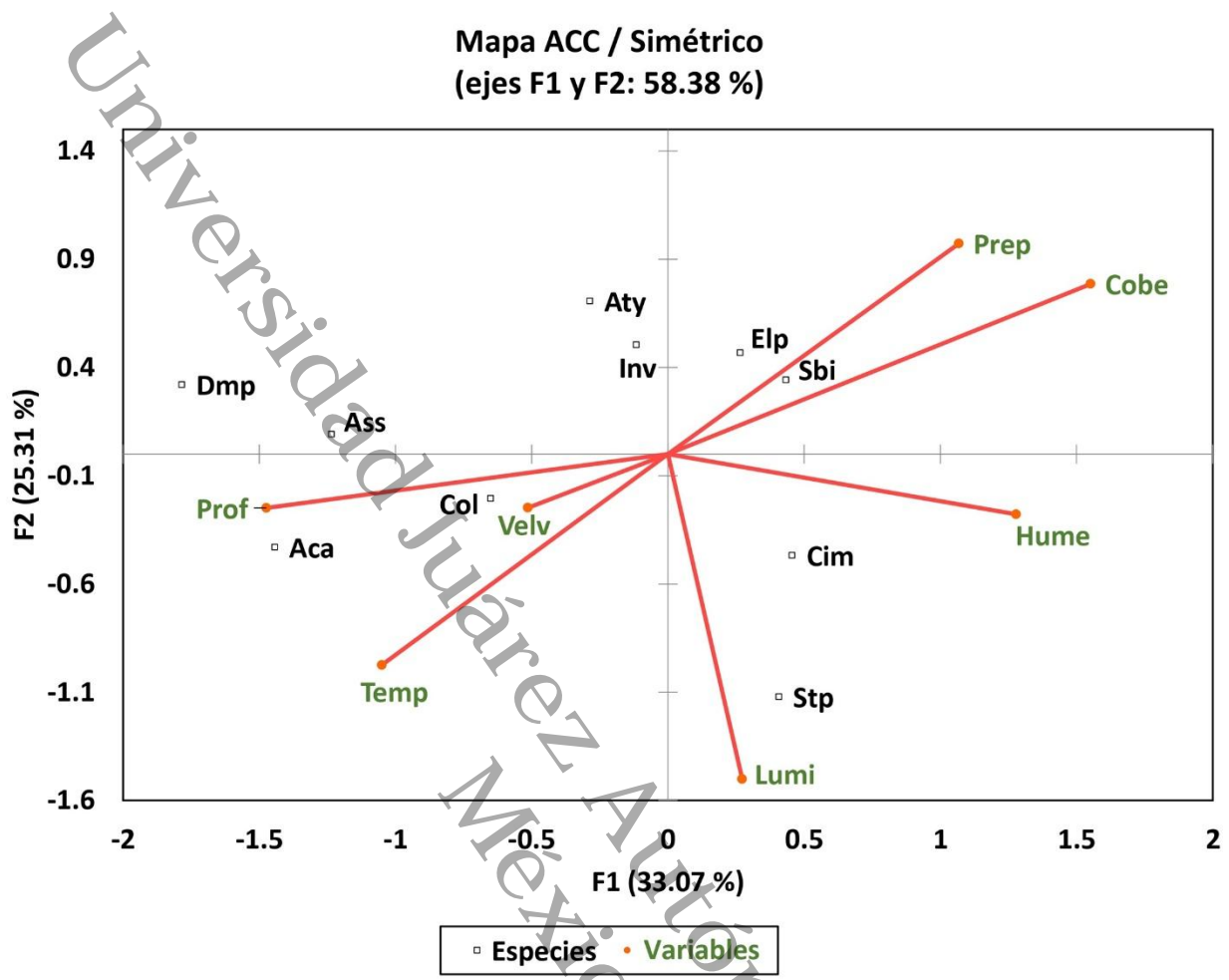


591

592

593 **Figura 2.** Análisis de Correspondencia Canónicas (ACC) de las variables ambientales y especies

594 de herpetofauna en el Sistema Agroforestal A.



595
596
597
598
599

Figura 3. Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) de las variables ambientales y especies de herpetofauna en el Sistema Agroforestal B

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México

CAPÍTULO III

10. RESULTADOS

Con un esfuerzo de muestreo de 640 hrs/hombre, se registraron un total de 248 individuos donde los anuros representaron el 61.69 % de las observaciones, seguido de las lagartijas con 31.85 % y serpientes con 6.45 %. Se identificaron 17 familias, 26 géneros y 33 especies, de las cuales 13 fueron anfibios, 10 lagartijas y 10 serpientes. Para los anfibios, la familia Hylidae fue la mejor representada con tres especies, para las lagartijas Dactyloidae con cinco y para serpientes Colubridae con tres. Además, se documentó a *Lithobates forreri* (Boulenger 1883) como nuevo registro para Tabasco (Tabla 1).

En el SAA se registraron 85 individuos, 13 familias, 18 géneros y 20 especies, los anfibios presentaron ocho especies de ocho géneros y cinco familias, de las cuales Hylidae es la mejor representada con tres especies y *Smilisca baudinii* (Duméril y Bibron 1841) la especie más abundante con 33 individuos. Para los reptiles, Colubridae fue la mejor representada con tres especies y *Sceloporus teapensis* (Günther 1890) la lagartija más abundante con el 21.43 % de las observaciones. En el SAB se registraron 163 individuos, 11 familias, 18 géneros y 25 especies, los anfibios se distribuyeron en 11 especies de ocho géneros y seis familias, de las cuales Hylidae fue la mejor representada con cuatro especies y *S. baudinii* la especie más abundante con 51 individuos. Para los reptiles, la familia Dactyloidae fue la mejor representada con cinco especies y *S. teapensis* fue la especie más abundante con el 15.24 % de las observaciones (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de herpetofauna observadas, abundancia por sistema agroforestal y categorías de riesgo.

Clase Amphibia Orden Anura	Abrev	Sistema agroforestal				Estado de conservación	
		A		B		NOM-059- SEMARNAT	IUCN
		Seca	Lluvia	Seca	Lluvia		
Familia Bufonidae							
<i>Incilius valliceps</i> (Wiegmann, 1833)	Inv	-	1	1	4	NC	LC
<i>Rhinella horribilis</i> (Wiegmann, 1833)	Rhb	-	1	-	-	NC	LC
Familia Craugastoridae							
<i>Craugastor alfredi</i> (Boulenger, 1898)	Caf	-	-	2	1	NC	LC
<i>Craugastor loki</i> (Shannon & Werler, 1955)	Col	5	1	4	5	NC	LC

Familia Eleutherodactylidae								
<i>Eleutherodactylus leprus</i> (Cope, 1879)	<i>Elp</i>	-	1	3	20		PR	LC
Familia Hylidae								
<i>Agalychnis taylori</i> (Funkhouser, 1957)	<i>Aty</i>	-	7	1	1		PR	LC
<i>Dendropsophus microcephalus</i> (Cope, 1886)	<i>Dmp</i>	2	1	1	-		PR	LC
<i>Smilisca baudinii</i> (Duméril & Bibron, 1841)	<i>Sbi</i>	14	19	4	47		PR	LC
<i>Smilisca cyanosticta</i> (Smith, 1953)	<i>Sct</i>	-	-	-	1		A	LC
Familia Leptodactylidae								
<i>Leptodactylus melanonotus</i> (Hallowell, 1861)	<i>Lmt</i>	-	-	3	-		NC	LC
Familia Mycrohylidae								
<i>Hypopachus variolosus</i> (Cope, 1886)	<i>Hvs</i>	-	-	-	1		NC	LC
Familia Ranidae								
<i>Lithobates brownorum</i> (Sanders, 1973)	<i>Lbm</i>	-	1	-	-		PR	LC
<i>Lithobates forreri</i> * (Boulenger, 1883)	<i>Lfi</i>	-	-	1	-		PR	LC
Clase Reptilia								
Orden Squamata								
Suborden Lacertilia								
Familia Corytophanidae								
<i>Corytophanes hernandesii</i> (Wiegmann, 1834)	<i>Chi</i>	1	-	-	-		PR	LC
Familia Dactyloidae								
<i>Anolis compressicauda</i> (Smith & Kerster, 1955)	<i>Aca</i>	-	-	4	2		NC	LC
<i>Anolis laevis</i> (Wiegmann, 1834)	<i>Alv</i>	-	-	1	-		NC	LC
<i>Anolis lemurinus</i> (Cope, 1861)	<i>Alm</i>	1	-	2	-		NC	LC
<i>Anolis rodriguezii</i> (Bocourt, 1873)	<i>Arz</i>	-	-	2	1		NC	LC
<i>Anolis sericeus</i> (Hallowell, 1856)	<i>Ass</i>	2	-	15	2		NC	LC
Familia Gekkonidae								
<i>Hemidactylus frenatus</i> (Duméril & Bibron, 1836)	<i>Hft</i>	-	1	-	-		NC	LC
Familia Phrynosomatidae								
<i>Sceloporus teapensis</i> (Günther, 1890)	<i>Stp</i>	14	4	10	15		NC	LC
Familia Scincidae								
<i>Scincella cherriei</i> (Cope, 1893)	<i>Sci</i>	-	1	-	-		NC	LC
Familia Teiidae								
<i>Aspidoscelis deppii</i> (Wiegmann, 1834)	<i>Adi</i>	-	-	1	-		NC	LC
Suborden Serpentes								
Familia Boidae								
<i>Boa imperator</i> (Daudin, 1803)	<i>Bip</i>	2	-	-	-		A	LC
Familia Colubridae								
<i>Drymobius margaritiferus</i> (Schlegel, 1837)	<i>Dmf</i>	1	-	-	-		NC	LC
<i>Leptophis ahaetulla</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Lal</i>	-	-	-	1		A	LC
<i>Oxybelis potosiensis</i> (Wagler, 1824)	<i>Ops</i>	-	1	-	-		NC	LC
<i>Spilotes pullatus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Spl</i>	1	-	-	1		NC	LC

Familia Dipsadidae							
<i>Coniophanes imperialis</i> (Baird & Girard, 1859)	<i>Cim</i>	1	1	1	1	NC	LC
<i>Imantodes cenchoa</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Imc</i>	-	-	-	1	PR	LC
<i>Ninia diademata</i> (Baird & Girard, 1853)	<i>Ndd</i>	-	-	-	1	NC	LC
<i>Sibon nebulatus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Snb</i>	-	-	-	1	NC	LC
Familia Viperidae							
<i>Bothrops asper</i> (Garman, 1884)	<i>Bap</i>	-	1	-	1	NC	LC
Número total de individuos (N)		44	41	56	107		
Número total de especies (S)		11	14	17	19		

Estado de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT): A=Amenazada; P=En peligro de extinción; PR= Sujeta a protección especial; y NC=No considerada. Categorización de la Lista Roja de la UICN: CR= En peligro crítico; EN: En peligro de extinción; VU= Vulnerable; NT= Casi amenazada; LC= Preocupación menor; DD= Datos deficientes; y NE= No evaluado. *Nuevo registro para Tabasco.

10.1 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

El estimador de riqueza Bootstrap obtuvo una completitud del muestreo en el SAA de 94.04 % para anfibios, 85.11 % para lagartijas y 75.90 % para serpientes durante la época de seca, para lluvia los valores fueron de 80.81 %, 81.08 % y 75.95 %, respectivamente. En el SAB, la completitud fue de 82.30 %, 89.51 % y 75.95 % en la época de seca, y 85.47 %, 80.81 % y 75.99 % en lluvia. El índice de diversidad verdadera determinó que la mayor diversidad se obtuvo para el grupo de los anfibios en el SAB en la temporada de seca con $1D= 8.47$, mientras que la menor se registró para lagartijas en el SAA, también en época de seca $1D= 2.14$.

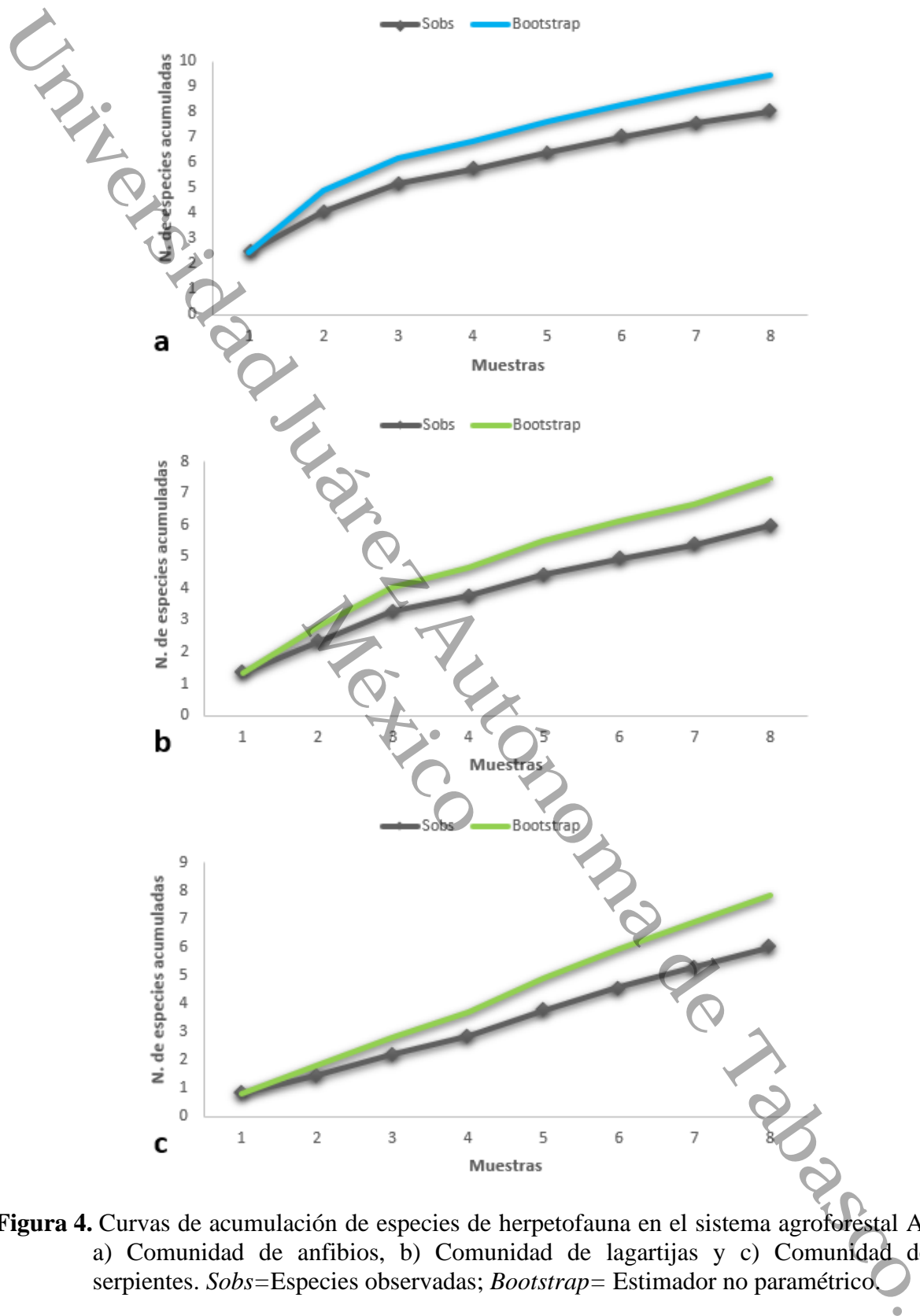


Figura 4. Curvas de acumulación de especies de herpetofauna en el sistema agroforestal A: a) Comunidad de anfibios, b) Comunidad de lagartijas y c) Comunidad de serpientes. *Sobs*=Especies observadas; *Bootstrap*= Estimador no paramétrico.

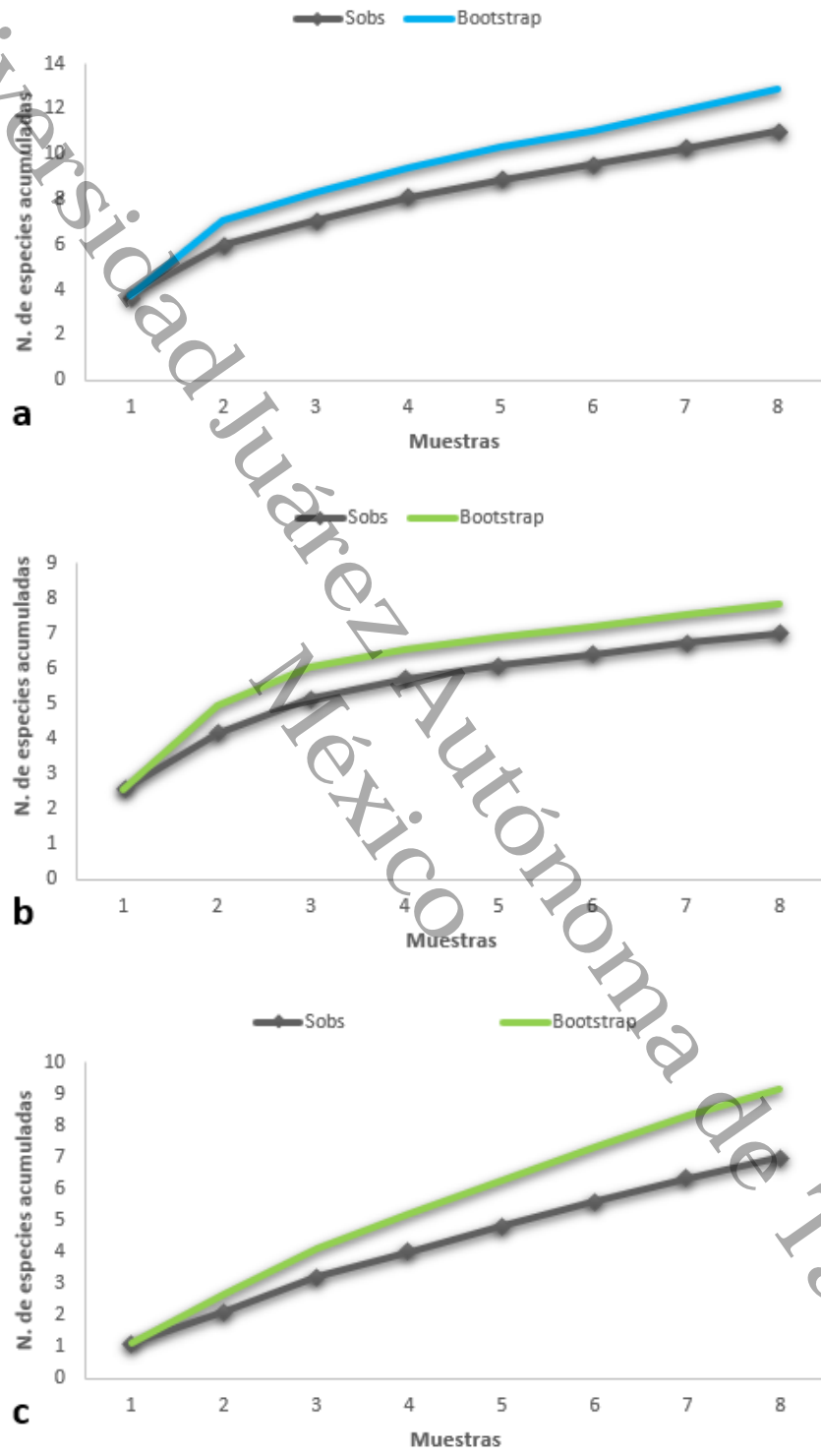


Figura 5. Curvas de acumulación de especies de herpetofauna en el sistema agroforestal B: a) Comunidad de anfibios, b) Comunidad de lagartijas y c) Comunidad de serpientes. *Sobs*=Especies observadas; *Bootstrap*= Estimador no paramétrico.

10.2 EQUIDAD

El índice de Pielou mostró una menor equidad para las lagartijas con 0.53 en el SAA, mientras que, para serpientes fue mayor con 0.97 en el SAB (Tabla 2).

Tabla 2. Diversidad de herpetofauna observada en épocas de seca y lluvia.

Sistema Agroforestal	Época	Grupo	Riqueza	¹ D	Equidad	Bootstrap	Cobertura de la muestra
SAA	Seca	Anfibios	3	2.36	0.61	3.19	94.04
		Lagartijas	4	2.14	0.53	4.70	85.11
		Serpientes	4	3.79	0.96	5.27	75.90
	Lluvia	Anfibios	8	3.64	0.61	9.90	80.81
		Lagartijas	3	2.38	0.53	3.07	81.08
		Serpientes	3	3	0.96	3.95	75.95
SAB	Seca	Anfibios	10	8.47	0.63	12.15	82.30
		Lagartijas	7	4.48	0.71	7.82	89.51
		Serpientes	3	3	0.97	3.95	75.95
	Lluvia	Anfibios	7	3.22	0.63	7.02	85.47
		Lagartijas	4	2.28	0.71	4.95	80.81
		Serpientes	5	5	0.97	6.58	75.99

10.3 SIMILITUD

La similitud para el ensamble de anfibios en el SAA fue del 54 % para ambas épocas, mientras que para lagartijas y serpientes fue del 28 %. En el SAB, la similitud fue mayor en la época de lluvia, 70 % para anfibios, 72 % lagartijas y 25 % serpientes. Sin embargo, al comparar entre sistemas agroforestales y épocas climáticas, la similitud entre el SAA y SAB en época de seca fue de 46 % para anfibios, 54 % lagartijas y 50 % serpientes. Por otro lado, al contrastar el SAA y SAB en lluvia, los valores fueron de 66 % para anfibios, 28 % lagartijas y 28% serpientes (Tabla 3).

Tabla 3. Especies compartidas (*) y valores de similitud entre sistemas agroforestales en épocas de seca y lluvia.

		SAA						SAB						
		Seca			Lluvia			Seca			Lluvia			
		Anf	Lag	Ser	Anf	Lag	Ser	Anf	Lag	Ser	Anf	Lag	Ser	
SAA	Seca	Anf	1	-	-	0.54	-	-	0.46	-	-	0.40	-	-
		Lag	-	1	-	-	0.28	-	-	0.54	-	-	0.50	-
		Ser	-	-	1	-	-	0.28	-	-	0.50	-	-	0.25
	Lluvia	Anf	3*	-	-	1	-	-	0.66	-	-	0.66	-	-
		Lag	-	1*	-	-	1	-	-	0.20	-	-	0.28	-
		Ser	-	-	1*	-	-	1	-	-	0.57	-	-	0.28
SAB	Seca	Anf	3*	-	-	6*	-	-	1	-	-	0.70	-	-
		Lag	-	3*	-	-	1*	-	-	1	-	-	0.72	-
		Ser	-	-	2*	-	-	2*	-	-	1	-	-	0.25
	Lluvia	Anf	2*	-	-	5*	-	-	5*	-	-	1	-	-
		Lag	-	2*	-	-	1*	-	-	4*	-	-	1	-
		Ser	-	-	1*	-	-	1*	-	-	1*	-	-	1

SAA= Sistema agroforestal A; SAB= Sistema agroforestal B. Anf= anfibios; Lag= lagartijas; Ser: serpientes.

10.4 CURVA DE RANGO-ABUNDANCIA

Las curvas de rango abundancia muestran que *S. baudinii* fue la especie dominante para ambos sistemas agroforestales durante las épocas de seca y lluvia con el 33.47 % de la abundancia total y para reptiles *S. teapensis* con el 17.34 %. Las especies más abundantes difieren entre las diferentes épocas climáticas. Para seca fueron *Anolis sericeus* (Hallowell, 1856) y *Craugastor loki* (Shannon & Werler, 1955), en lluvia fue *Agalychnis taylori* (Funkhouser, 1957) y *Eleutherodactylus leprus* (Cope, 1886) (Fig. 6). Las especies con un solo individuo para la época de seca en el SAA fueron: *Corytophanes hernandesii*, *Anolis lemurus*, *Drymobius margaritiferus*, *Spilotes pullatus* y *Coniophanes imperialis*, mientras que para el SAB fueron: *Incilius valliceps*, *Agalychnis taylori*, *Dendropsophus*

microcephalus, *Lithobates forreri*, *Anolis laeviventris*, *Aspidoscelis deppii* y *Coniophanes imperialis*. En contraste, para la época de lluvia, en el SAA fueron: *Incilius valliceps*, *Rhinella horribilis*, *Craugastor loki*, *Eleutherodactylus leprus*, *Dendropsophus microcephalus*, *Lithobates brownorum*, *Hemidactylus frenatus*, *Scincella cherriei*, *Oxybelis potosiensis*, *Coniophanes imperialis* y *Bothrops asper* mientras que para el SAB fueron: *Craugastor alfredi*, *Agalychnis taylori*, *Smilisca cyanosticta*, *Hypopachus variolosus*, *Anolis rodriguezi*, *Leptophis ahaetulla*, *Spilotes pullatus*, *Coniophanes imperialis*, *Imantodes cenchoa*, *Ninia diademata*, *Sibon nebulatus* y *Bothrops asper* (Fig 6).

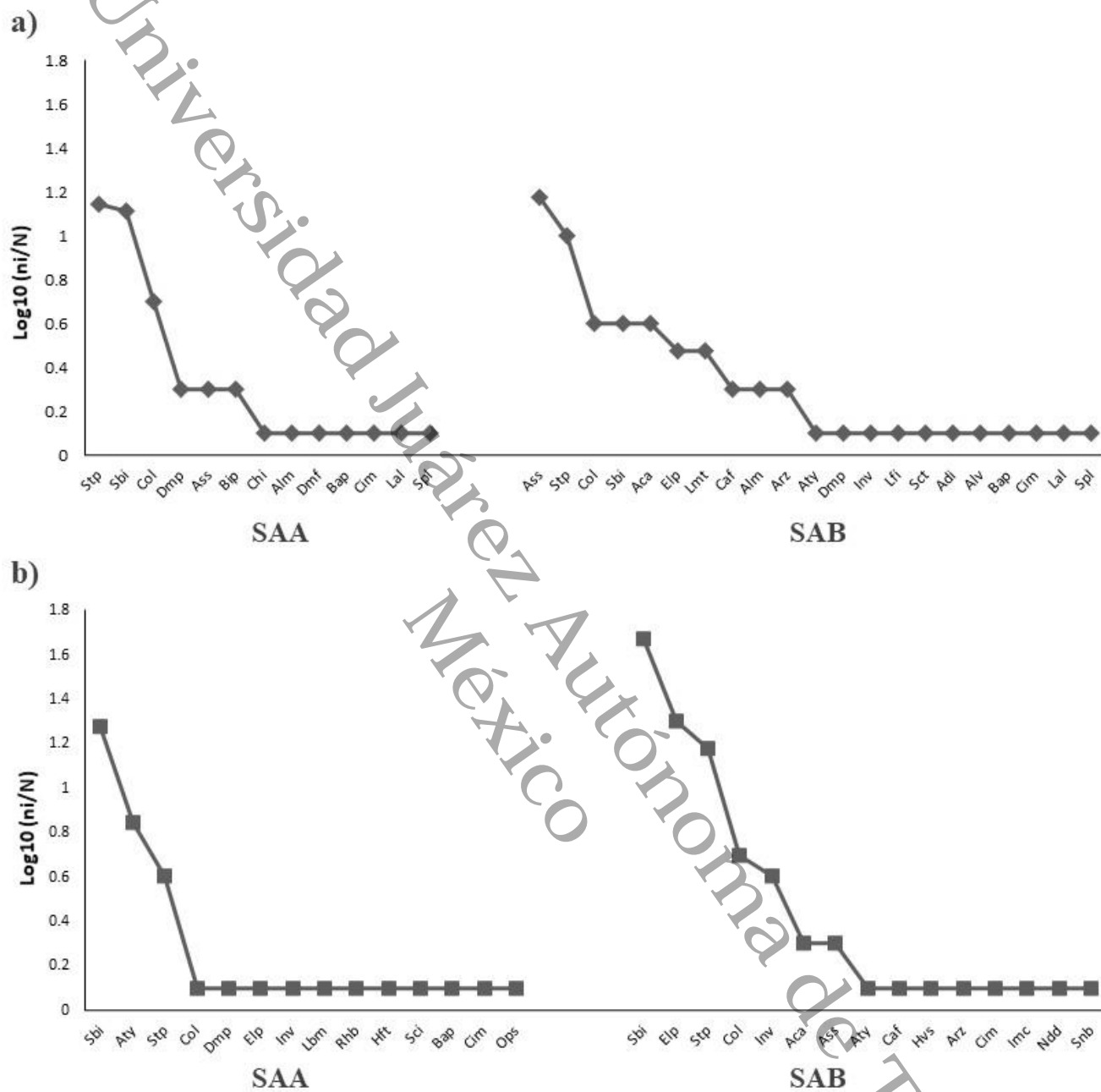
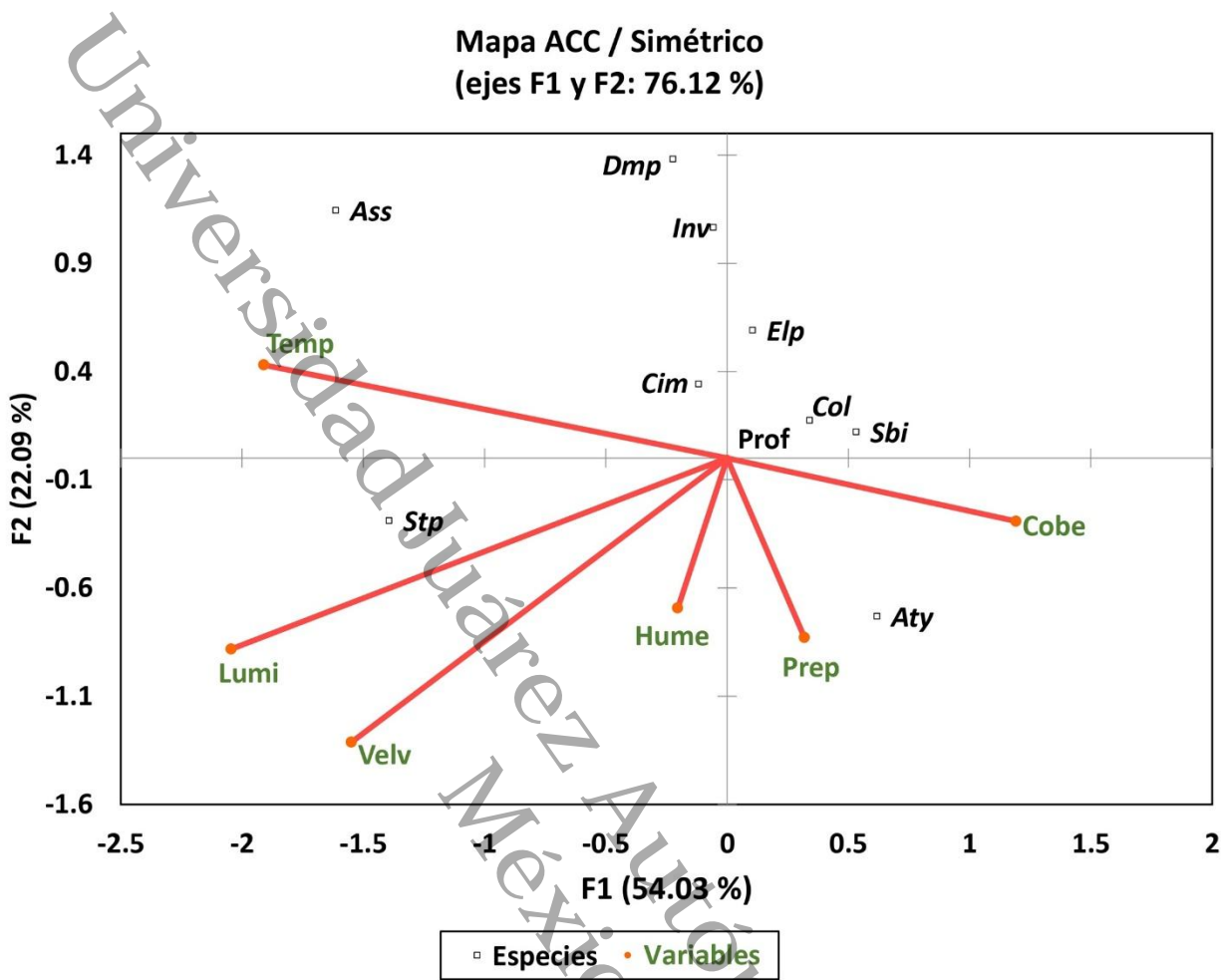


Figura 6. Curvas de rango-abundancia de las especies de herpetofauna observadas en cada sistema agroforestal. a) época de seca y b) época de lluvia. SAA= Sistema agroforestal A; SAB= Sistema agroforestal B. Las abreviaciones y el nombre completo de las especies se encuentran en la Tabla 1.

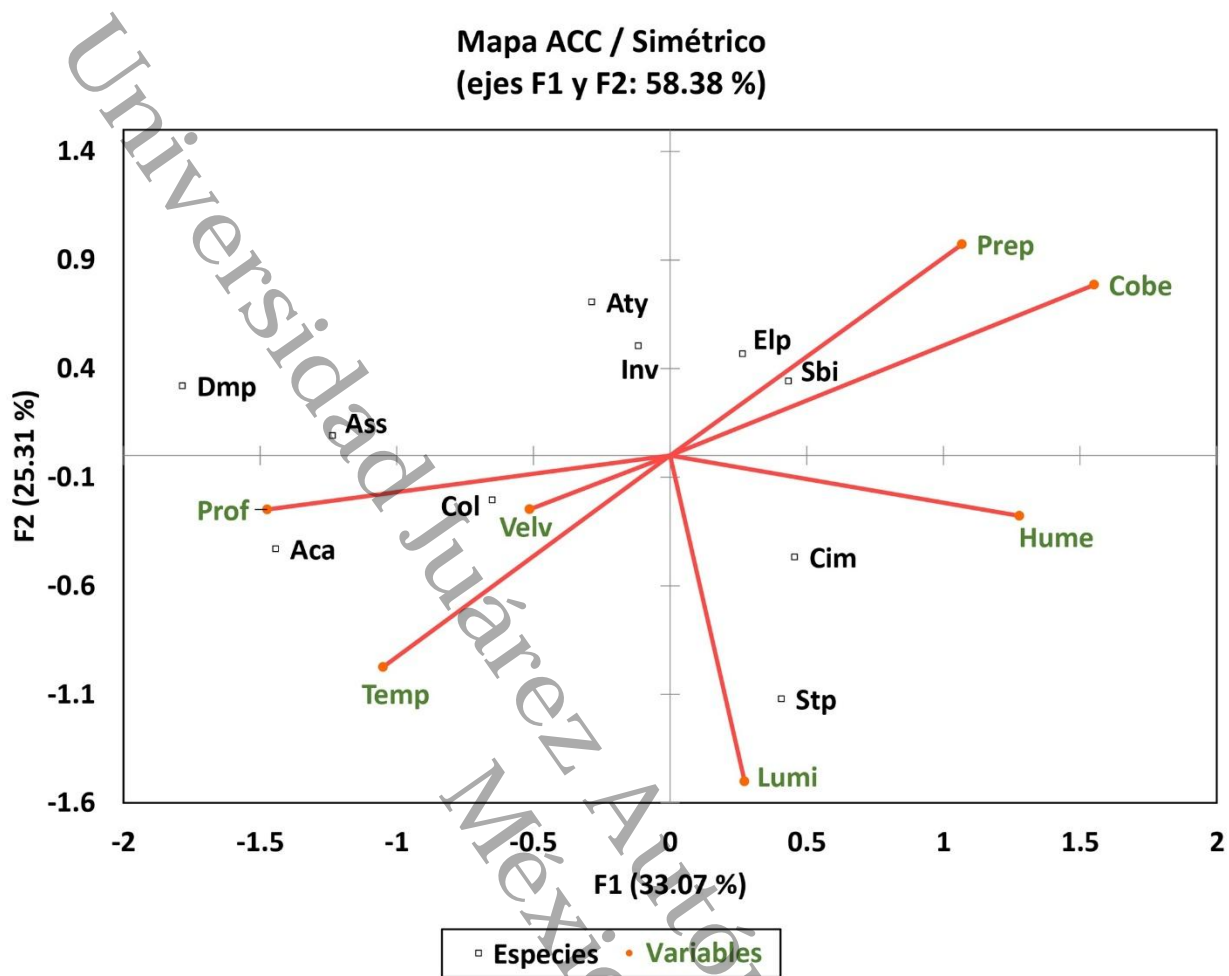
10.5 VARIABLES AMBIENTALES

El ACC muestra asociación en correlación de las especies con las variables ambientales, los primeros dos ejes en el SAA explican el 76.12 % de la varianza. Los coeficientes de correlación de las variables con los ejes mostraron que el eje 1 está definido por la cobertura del dosel (0.32), donde las especies asociadas a esta variable fueron *S. baudinii* y *A. taylori* para anfibios, mientras que en reptiles fue el eje 2 por la luminosidad (-0.15) y las especies asociadas fueron *S. teapensis* y *A. sericeus*, con asociaciones significativas ($p < 0.001$) (Fig. 7). En el SAB los dos primeros ejes explican el 58.38 % de la varianza, donde el eje 1 está definido por la cobertura del dosel (0.51) y el eje 2 por la precipitación (0.28) ($p < 0.001$), las especies relacionadas a estas variables fueron *A. taylori*, *E. leprus* y *S. baudinii* para anfibios y para reptiles *S. teapensis* (Fig. 8).



	F1	F2	F3
Temp	-0.523	0.075	0.121
Hume	-0.056	-0.121	0.214
Prep	0.087	-0.145	-0.138
Lumi	-0.560	-0.154	-0.089
Velv	-0.424	-0.230	-0.095
Prof	0.000	0.000	0.000
Cobe	0.326	-0.051	0.011

Figura 7. Análisis de Correspondencia Canónicas (ACC) de las variables ambientales y especies de herpetofauna en el Sistema Agroforestal A.



	F1	F2	F3
Temp	-0.348	-0.282	-0.250
Hume	0.423	-0.081	0.210
Prep	0.354	0.282	0.004
Lumi	0.090	-0.435	-0.138
Velv	-0.170	-0.072	-0.110
Prof	-0.488	-0.072	0.337
Cobe	0.514	0.228	0.153

Figura 8. Análisis de Correspondencia Canónicas (ACC) de las variables ambientales y especies de herpetofauna en el Sistema Agroforestal B.

11. DISCUSIÓN

La riqueza de anfibios y reptiles registrada en los sistemas agroforestales estudiados, muestran que pueden albergar una amplia variedad de especies, la cual puede ser similar a la de ecosistemas conservados aledaños a los sitios de estudio (Ríos-Rodas *et al.* 2020; Gutiérrez-Suárez *et al.* 2022). Esta riqueza fue mayor a la reportada en sistemas agroforestales de cacao en el estado de Tabasco, México (Martínez-López *et al.* 2014), en cafetales (González-Romero y Murrieta-Galindo 2008; Barrera-Méndez y Vázquez-López 2020), así como en otros agroecosistemas convencionales en el país (Lara-Tufiño *et al.* 2019; Leyte-Manrique y Balderas-Valdivia 2022). La diferencia entre nuestros resultados puede relacionarse con las características de cada sistema agroforestal, como la heterogeneidad del paisaje, la conexión con vegetación conservada, la variedad de microhábitats disponibles y el tipo de manejo agrícola, factores que favorecen la presencia y estabilidad de diferentes especies de herpetofauna.

Lithobates forreri se registra por primera vez en el estado de Tabasco, extendiendo su área de distribución conocida 55.31 km al norte en línea recta desde la localidad más cercana de registro ubicada en Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas (Flores-Villela y Nieto-Montes de Oca 2020). Esta especie se asocia comúnmente a cuerpos de agua permanentes o temporales, como arroyos, estanques o charcas, y suele encontrarse en hábitats con una densa cobertura vegetal que le proporcione refugio y humedad (Duellman 2001). El área donde fue observada presenta características similares, la cual fue registrada en un pequeño cuerpo de agua rodeado por cultivos de plátano y cacao. Con este registro se incrementa el número de especies de anfibios para el Estado a 46, de acuerdo a lo reportado por Barragán-Vázquez *et al.* (2022).

El estimador de riqueza sugiere que aún falta por registrar entre el 6 y 19 % de las especies anfibios en los sistemas agroforestales estudiados, así como entre el 15 y 19 % para lagartijas, y 24 % para serpientes, dicha variación obedece a la temporalidad y características biológicas y ecológicas de las especies, así como la estructura y

heterogeneidad de los sistemas agroforestales, lo que indica que estos sistemas pueden resguardar una diversidad mayor a la observada. Es probable que algunas especies no registradas estén asociadas a la vegetación primaria cercana o utilicen estos sistemas como corredores biológicos, lo que refuerza la necesidad de realizar más estudios en sistemas agroforestales.

El índice de diversidad verdadera determinó que el SAB es 1.22 veces más diverso que el SAA. No obstante, al analizar los datos por ensambles y épocas climáticas, se observó que los mayores valores de diversidad para anfibios y lagartijas ocurrieron durante la época seca, mientras que, para las serpientes se registraron en lluvia, en ambos casos dentro del SAB. Estos resultados contrastan con lo reportado por García y Cabrera-Reyes (2008) y Paz-Quevedo (2023), quienes reportaron una mayor riqueza de anfibios durante la época de lluvia. Esta diferencia podría explicarse por la presencia de cuerpos de agua permanentes dentro de los sistemas agroforestales estudiados, que incluso durante la época seca, benefició la estabilidad de diversas especies al funcionar como sitio de resguardo y reproducción. En el caso de las lagartijas, éstas se vieron beneficiadas por la entrada de mayor radiación solar, que beneficia procesos fisiológicos como la termorregulación, reproducción y alimentación (Angilletta *et al.* 2002). Por el contrario, en el caso de las serpientes, este patrón podría estar relacionado con el incremento en la disponibilidad de presas, como gasterópodos, lagartijas y pequeños mamíferos, lo que aumenta su actividad y facilita su observación en la época de lluvia (Canseco-Márquez *et al.* 2004; Roth-Monzón *et al.* 2018; Díaz-Gamboa *et al.* 2020).

Los anfibios registraron una mayor abundancia en comparación con los reptiles, lo cual contrasta con lo reportado en algunos estudios realizados en agroecosistemas de México y en América Latina, donde se ha observado un patrón consistente en el que los reptiles presentan una mayor riqueza y abundancia (Macip-Ríos y Casas-Andreu 2008; Orozco *et al.* 2015; Leyte-Manrique y Balderas-Valdivia 2022; Cuadrado *et al.* 2023). Nuestros resultados podrían explicarse por el hecho de que en los sistemas agroforestales estudiados no se utilizan agroquímicos, lo que puede resultar beneficioso para los anfibios

al no estar expuestos a estos productos debido a que su piel es permeable (Mann *et al.* 2009). Otros estudios han señalado que, en ciertos sistemas agroforestales libres de productos químicos, pueden albergar comunidades de anfibios con niveles de riqueza y abundancia similares a los observados en áreas naturales (Sankararaman *et al.* 2021; Cervantes-López y Morante-Filho 2024). En este sentido, es probable que, en nuestros sitios de estudio, esta condición haya contribuido a generar un ambiente más propicio para estos organismos.

Hylidae fue la familia que registró el mayor número de especies, de acuerdo con lo reportado por Ríos-Rodas *et al.* (2020) y Gerónimo-Torres *et al.* (2022) quienes señalan que es la familia de mayor riqueza en Tabasco, debido a que las especies presentan una gran adaptabilidad a una variedad de ambientes tanto conservados como perturbados, así como a una amplia gama de hábitats como arbóreos, semiacuáticos y acuáticos. En los reptiles, la familia Dactyloidae fue la más diversa, similar a lo registrado por Barragán-Vázquez *et al.* (2022), debido a su adaptabilidad ecológica que le permite ocupar una amplia variedad de hábitats, incluyendo ambientes perturbados (Köhler 2008). En serpientes, Colubridae fue la mejor representada, similar a lo reportado por Luna-Reyes *et al.* (2013), por lo que se relaciona con la heterogeneidad de los sistemas agroforestales, donde la variedad de cultivos y vegetación ofrece abundante alimento, como roedores, favoreciendo a estas serpientes de dieta generalista. Además, la capacidad de adaptación a ambientes perturbados explica su predominancia en estos entornos (Leenders 2001; Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona 2008).

La disimilitud entre los ensamblajes herpetológicos posiblemente se debe a las diferencias entre los sistemas agroforestales; de las 20 especies que no se comparten en el presente estudio se puede atribuir a factores como la conectividad ecológica, los eventos reproductivos y la heterogeneidad ambiental. En particular, el SAB presentó una mayor diversidad de especies forestales, tanto de cultivos perennes como temporales, que en consecuencia genera una estructura más compleja del hábitat, mayores recursos alimenticios y sitios de refugio y reproducción, de manera que favorece la presencia y

estabilidad de un mayor número de especies. Así mismo, la cercanía del SAB con áreas de vegetación conservada podría facilitar el flujo de organismos a través de corredores biológicos, por lo tanto, ha sido señalado como un factor clave para mantener o aumentar la riqueza de especies en paisajes modificados (Percino 2001; Pineda y Halfpeter 2003).

Las diferencias entre los ensamblajes de la comunidad observados en las curvas de rango-abundancia pueden ser explicadas por las variables analizadas en el ACC. Dicho análisis muestra que las especies de herpetofauna responden de diferente manera a las variables ambientales, siendo la cobertura del dosel la más significativa en la distribución y composición de las especies de anfibios, mientras que en los reptiles fue la luminosidad. En este sentido, la dominancia de *S. baudinii* en ambos sistemas agroforestales se debe a la estructura vegetal, ya que su hábito es arborícola (Lee 1996). Además, la especie presenta una alta tolerancia a las variaciones ambientales, que le permite ocupar una mayor diversidad de hábitats (Duellman 2001; Wells 2019). En nuestro estudio, esta especie fue más abundante en el SAB, específicamente en los transectos con mayor número de árboles de cacao, lo cual coincide con estudios que indican que los sistemas agroforestales con mayor cobertura del dosel, como a menudo sucede en los cacaotales, manteniendo la presencia de especies de anfibios arborícolas (Gardner *et al.* 2007; Paz-Quevedo 2023).

Craugastor loki y *E. leprus* mostraron una fuerte asociación a la abundante hojarasca, ya que la utilizan como refugio diurno, brindando protección frente a depredadores lo que favorece la estabilidad y actividad de estas especies en el sitio (Urbina-Cardona y Pérez-Torres 2002; Urbina-Cardona y Reynoso 2009). Este fenómeno se pudo observar en el SAB donde la madurez de este sistema agroforestal permite mayor acumulación de hojarasca y manteniendo las condiciones ambientales como la humedad y temperatura (Whitfield y Pierce 2005; Pérez-Flores *et al.* 2018). Según Urbina-Cardona y Reynoso (2009) esta relación se debe principalmente a la estabilidad térmica que ofrece este sustrato, lo cual genera un microhábitat adecuado para su desarrollo, asimismo, al tratarse de ranas de desarrollo directo, dependen de estos ambientes para completar su ciclo de vida (Campbell 1999; Duellman 2001). Además, esta capa de hojarasca proporciona un

microhábitat adecuado para invertebrados que constituyen la base alimenticia de muchas especies de anfibios (Beard *et al.* 2002). Por otro lado, *Craugastor alfredi* (Boulenger, 1898) fue común ya que es una especie asociada a ambientes conservados con afloramientos rocosos resaltando la importancia de estos sistemas agroforestales (Flores-Villela y Canseco-Márquez 2004; Gerónimo-Torres *et al.* 2022). Esto respalda lo sugerido por Urbina-Cardona *et al.* (2006) de que los cacaotales pueden mantener funciones ecológicas importantes y actuar como conectores entre áreas agrícolas y vegetación natural.

En los reptiles la luminosidad fue la variable que más influyó, *S. teapensis* y *A. sericeus* fueron las especies más abundante debido a una clara preferencia por microhábitats con mayor radiación solar, lo que coincide con sus necesidades fisiológicas para la termorregulación activa (Güizado-Rodríguez *et al.* 2022; Badillo-Saldaña *et al.* 2022), así como su adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales, incluidos cambios estacionales y facilidad de desplazamiento (Vitt y Caldwell 2013). De acuerdo con Leyte-Manrique y Balderas-Valdivia (2022) señalan que, durante la época seca, la disponibilidad temporal de agua no las restringe completamente, lo que contribuye a la presencia y abundancia de estas lagartijas.

En el caso de las serpientes, su baja abundancia registrada en ambos sistemas agroforestales podría estar relacionada con sus características biológica y ecológicas, como su naturaleza críptica, hábitos nocturnos y bajas densidades poblacionales (Martins y Oliveira 1998; Shine y Bonnet 2000). No obstante, la presencia de especies como *Leptophis ahaetulla* (Linnaeus, 1758), *Ninia diademata* (Baird & Girard, 1853), *Sibon nebulatus* (Linnaeus, 1758) e *Imantodes cenchoa* (Linnaeus, 1758), asociadas a ambientes con vegetación conservada, sugiere que estos sistemas agroforestales mantienen condiciones óptimas para ciertos ofidios arborícolas y semi-arborícolas. Estas especies dependen de la cobertura del dosel para desplazarse, cazar y refugiarse, lo que resalta su importancia como variable clave para su permanencia (Solórzano 2004; Henderson y Powell 2009). Adicionalmente, la disponibilidad de recursos tróficos como anuros y pequeños reptiles, cuya abundancia fue mayor en el SAB, también podría influir en la presencia de ofidios

predadores especializados (Luiselli 2006). Estos hallazgos apoyan la idea de que, aunque poco detectadas, las serpientes pueden beneficiarse indirectamente de la estructura y madurez de los sistemas agroforestales con mayor cobertura y conectividad ecológica.

Respecto a nuestras hipótesis planteadas, los resultados confirman que los sistemas agroforestales pueden albergar una riqueza de herpetofauna similar a la de ambientes conservados, especialmente aquellos con conexión a vegetación conservada, manejo agroecológico y alta heterogeneidad ambiental. En cuanto a la cobertura del dosel, nuestra hipótesis fue confirmada ya que esta variable fue la que más influyó en la comunidad de anfibios, mientras que en reptiles destacó la luminosidad, lo que confirma parcialmente su efecto diferencial según el ensamble. Por último, no se registró una mayor riqueza durante la época de lluvias, ya que en el SAB la riqueza fue superior en la época seca, probablemente por la acumulación de hojarasca y la presencia de cuerpos de agua permanentes, lo que indica que las condiciones ambientales y de manejo pueden ser más determinantes que la estacionalidad.

12. REFERENCIAS CITADAS

- Angilletta MJ Jr, Niewiarowski PH, Navas CA. 2002. The evolution of thermal physiology in ectotherms. *Journal of Thermal Biology* 27(4):249–268. doi: [https://doi.org/10.1016/S0306-4565\(01\)00094-8](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(01)00094-8)
- Badillo-Saldaña LM, García-Rosales A, Ramírez-Bautista A. 2022. Influence of microhabitat use on morphology traits of three species of the *Anolis sericeus* complex (Squamata: Dactyloidae) in Mexico. *Zoology (Jena)* 152:126003. doi: <https://doi.org/10.1016/j.zool.2022.126003>
- Barragán-Vázquez MR, Ríos-Rodas L, Fucsko LA, Porras LW, Mata-Silva V, Rocha A, DeSantis DL, García-Padilla E, Johnson JD, Wilson LD. 2022. The herpetofauna of Tabasco, Mexico: composition, distribution, and conservation status. *Amphib. Reptil. Conserv.* 16(2):1–61 (e315).
- Barrera-Méndez W, Vázquez-López H. 2020. Wildlife associated with a coffee plantation in Córdoba, Veracruz, México. *Biocyt Biol. Sci. Technol.* 13: doi: <https://doi.org/10.22201/fesi.20072082.2020.13.75829>
- Beard KH, Vogt KA, Kulmatiski A. 2002. Top-down effects of a terrestrial frog on forest nutrient dynamics. *Oecologia.* 133(4):583–593. doi: <https://doi.org/10.1007/s00442-002-1073-0>
- Campbell JA. 1999. Amphibians and reptiles of northern Guatemala, the Yucatán, and Belize. Vol. 4. Norman (OK): University of Oklahoma Press.
- Canseco-Márquez L, Mendoza-Quijano F, Gutiérrez-Mayén MG. 2004. Análisis de la distribución de la herpetofauna. En: Luna-Vega I, Morrone JJ, Esparza D, editores. *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. México: Instituto de Biología, UNAM. p. 417–438.
- Carvajal-Cogollo, JE, Urbina-Cardona, JN. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Trop. Conserv. Sci.* 1(4): 397–416.
- Cervantes-López M, Morante-Filho J. 2024. A global meta-analysis on patterns of amphibian and reptile diversity in agroforestry systems. *Global Ecology and Conservation* 51:e02914. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2024.e02914>
- Cuadrado M, Rodríguez-Robles JA, García-Rodríguez A, et al. 2023. Comparación de la diversidad de especies de anfibios y reptiles entre ambientes agrícolas y naturales en el sureste de México. *Herpetol. Mexicana* 29:1–10. doi: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2023.29.1>
- Díaz-Gamboa L, Herrera D, Gallardo A, Cedeño-Vázquez J, Gonzalez-Sanchez VH, Chiappa-Carrara X, Arenas C. 2020. Catálogo de reptiles de la península de Yucatán.
- Duellman WE. 2001. The Hylid frogs of Middle America. Revised edition. Ithaca (NY): Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- Flores-Villela O, Canseco-Márquez L. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zool Mex Nueva Ser.* 20(2):115-144.

Flores-Villela O, Nieto-Montes de Oca A, coords. 2020. Apoyo a las colecciones biológicas de la Facultad de Ciencias de la UNAM: Fase 1. Ciudad de México: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO (colección herpetológica), proyecto LE002.

García A, Cabrera-Reyes A. 2008. Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. *Acta Zool Mex (n.s.)* 24(3):91–115.

Gardner TA, Ribeiro-Júnior MA, Barlow JOS, Ávila-Pires TCS, Hoogmoed MS, Peres CA. 2007. The value of primary, secondary, and plantation forests for a neotropical herpetofauna. *Conserv Biol.* 21(3):775–787. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00659.x>

Gerónimo-Torres JC, Barragán-Vázquez MR, Ríos-Rodas L. 2022. Incorporando la distintividad taxonómica en estudios de diversidad: Anfibios del Parque Estatal de la Sierra de Tabasco, México. *Ecosistemas* 31(2):2294. doi: <https://doi.org/10.7818/ECOS.2294>

González-Romero A, Murrieta-Galindo R. 2008. Anfibios y reptiles. En: *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. Instituto de Ecología, Instituto Nacional de Ecología, México; p. 135-147.

Güizado-Rodríguez MA, García-Vázquez UO, Solano-Zavaleta I, Maceda-Cruz RJ, Duifhuis-Rivera C. 2022. Intra-population variation of body temperature of the lizard *Sceloporus anahuacus* (Squamata: Phrynosomatidae) in Sierra del Ajusco, Mexico. *Acta Zool. Mex.* 38

Gutiérrez-Suárez JM, Ríos-Rodas L, Gerónimo-Torres JC, Barragán R. 2022. Diversidad y estado de conservación de reptiles asociados a dos ecosistemas ribereños del municipio de Huimanguillo, Tabasco, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 37:15. doi: <https://doi.org/10.56369/tsaes.3894>

Henderson RW, Powell R. 2009. Natural history of West Indian reptiles and amphibians.

Köhler G. 2008. *Reptiles of Central America*. 2nd ed. Offenbach (Germany): Herpeton, Elke Köhler.

Lara-Tufiño JD, Badillo-Saldaña LM, Hernández-Austria R, Ramírez-Bautista A. 2019. Effects of traditional agroecosystems and grazing areas on amphibian diversity in a region of central Mexico. *PeerJ* 7:e6390. doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.6390>

Lee JC. 1996. The amphibians and reptiles of the Yucatán Peninsula. Cornell University Press, United States of America. 500 p.

Leenders T. 2001. *A guide to amphibians and reptiles of Costa Rica*. Ithaca (NY): Cornell University Press.

Leyte-Manrique A, Balderas-Valdivia CJ. 2022. Los agroecosistemas como refugios de la biodiversidad: el caso de los anfibios y reptiles. *OJS Prueba.* 4(9):37–47.

- Luiselli L. 2006. Resource partitioning and interspecific competition in snakes: the search for general geographical and guild patterns. *Oikos* 114(2):193–211. doi: <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14064.x>
- Luna-Reyes R, Canseco-Márquez L, Hernández-García E. 2013. Los reptiles. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Gobierno del Estado de Chiapas, editores. *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. p. 319–328.
- Macip-Ríos R, Casas-Andreu G. 2008. Los cafetales en México y su importancia para la conservación de los anfibios y reptiles. *Acta Zoológica Mexicana* 24(2):143–159.
- Mann RM, Hyne RV, Choung CB, Wilson SP. 2009. Amphibians and agricultural chemicals: review of the risks in a complex environment. *Environmental Pollution* 157(11):2903–2927. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.05.015>
- Martínez-López AA, Candia-Alor CDR, Flores-Lázaro C, Bolívar-Arriaga NK, Aldana-Rodríguez J, Hernández-de la-Cruz R. 2014. Herpetofauna en un cacaotal en la R/A Huimango 1a Sección, Cunduacán, Tabasco. *Kuxulkab'* 17(33). doi: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a17n33.360>
- Martins M, Oliveira ME. 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetol. Nat. Hist.* 6(2):78–150.
- Orozco R, Sánchez-Hernández JC, López-Bedoya J, et al. 2015. Efectos de los agroecosistemas tradicionales y las áreas de pastoreo sobre la diversidad de anfibios en una región del centro de México. *Rev. Mex. Biodivers.* 86(4):1034–1045. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.07.002>
- Paz-Quevedo OW. 2023. Diversidad de anfibios y reptiles silvestres en un agroecosistema de El Salvador: implicaciones socioecológicas. *Rev. Panam. Cienc. Soc.* (7):110–123.
- Percino R. 2001. Diversidad de reptiles en bosque mesófilo de montaña y cafetal, en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. [Tesis]. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 94 p.
- Pérez-Flores J, Pérez AA, Suárez YP, et al. 2018. Leaf litter and its nutrient contribution in the cacao agroforestry system. *Agroforest Syst.* 92:365–374. doi: <https://doi.org/10.1007/s10457-017-0096-3>
- Pineda E, Halffter G. 2003. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in México. *Biol Conserv.* 117:399–408. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.08.009>
- Ríos-Rodas L, Zenteno-Ruíz CE, Pérez-De la Cruz M, Arriaga-Weiss SL, Jiménez-Pérez NC, Bustos-Zagal MG. 2020. Anfibios riparios en dos ecosistemas tropicales del sureste de México. *Ecosistemas* 29(3):2098. doi: <https://doi.org/10.7818/ECOS.2098>
- Roth-Monzón AJ, Mendoza-Hernández AA, Flores-Villela O. 2018. Amphibian and reptile biodiversity in the semi-arid region of the municipality of Nopala de Villagrán, Hidalgo, Mexico. *PeerJ* 6:e4202. doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.4202>

Sankararaman, V., Dalvi, S., Miller, D., & Karanth, K. (2021). Local and landscape characteristics shape amphibian communities across production landscapes in the Western Ghats. *Ecological Solutions and Evidence*, 2, e12110. doi: <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12110>

Shine R, Bonnet X. 2000. Snakes: a new 'model organism' in ecological research? *Trends Ecol. Evol.* 15(6):221–222.

Solórzano A. 2004. Serpientes de Costa Rica: distribución, taxonomía e historia natural. Heredia, Costa Rica: Editorial INBio.

Urbina-Cardona JN, Olivares-Pérez M, Reynoso VH. 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. *Biol Conserv.* 132:61-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.03.014>

Urbina-Cardona JN, Pérez-Torres J. 2002. Dinámica y preferencias de microhábitat en dos especies del género *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) de bosque andino. En: Memorias del Congreso Mundial de Páramos. Gente Nueva, Bogotá, Colombia.

Urbina-Cardona JN, Reynoso VH. 2009. Uso del microhábitat por hembras grávidas de la rana de hojarasca *Craugastor loki* en la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Rev Mex Biodivers.* 80(2):571–573. doi: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.002.630>

Vitt LJ, Caldwell JP. 2013. Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles. 4th ed. Academic Press. 757 p. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386919-7.00004-6>

Wells KD. 2019. The ecology and behavior of amphibians. *University of Chicago Press*. p. 1–1100.

Whitfield SM, Pierce MS. 2005. Tree buttress microhabitat use by a Neotropical leaf-litter herpetofauna. *J Herpetol.* 39(2):192–198. doi: <https://doi.org/10.1670/219-04A>

Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	
Título de Tesis:	Herpetofauna asociada a dos sistemas agroforestales en Tabasco, México.
Autor(a) o autores(ras) de la Tesis:	<p>Biól. Hugo Enrique Cerino Quevedo;</p> <p>M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez;</p> <p>Dra. Liliana Ríos Rodas;</p> <p>Dr. José del Carmen Gerónimo Torres;</p> <p>Dra. Claudia Elena Zenteno Ruíz;</p> <p>Dra. Judith Andrea Rangel Mendoza.</p>
ORCID:	<p>Biól. Hugo Enrique Cerino Quevedo</p> <p>https://orcid.org/0009-0009-0807-2352</p>
Resumen de la Tesis:	<p>Se evaluó la diversidad de la comunidad herpetofaunística en dos sistemas agroforestales (SA), analizando variables ambientales en época de seca y lluvia en Huimanguillo, Tabasco, México. Para la búsqueda de individuos y toma de los datos se realizaron muestreos diurnos y nocturnos mediante transectos de banda ancha. Se registró un total de 248 individuos pertenecientes a 33 especies, 26 géneros y 17 familias, siendo para anfibios Hylidae la mejor representada con tres especies, y para reptiles Dactyloidae con cinco. Además, se documentó a <i>Lithobates forreri</i> como nuevo registro para el Estado de Tabasco. El sistema agroforestal B (SAB) registró la mayor abundancia con 163 individuos y la</p>

	<p>mayor riqueza con 25 especies, en cambio el sistema agroforestal A (SAA) registró la menor con 85 individuos y la menor riqueza con 20 especies. El ACC mostró que la cobertura del dosel fue la variable que más influyó en la comunidad de anfibios, mientras que para los reptiles fue la luminosidad. Los sistemas agroforestales, particularmente aquellos con conexión a vegetación conservada, manejo agroecológico y alta heterogeneidad ambiental, pueden albergar una riqueza de herpetofauna similar a la de ambientes conservados, destacando su relevancia para la conservación.</p>
<p>Palabras claves de la Tesis:</p>	<p>Agroecosistemas; ambientes modificados; anfibios; diversidad; reptiles</p>
<p>Referencias citadas:</p>	<p>Abril Y. 2011. Sistemas agroforestales como alternativa de manejo sostenible en la actividad ganadera de la Orinoquia Colombiana. <i>Rev. Sist. Prod. Agroecol.</i> 2(1):103–127. doi: https://doi.org/10.22579/22484817.571</p> <p>Aceves-Navarro LA, Rivera-Hernández B. 2019. <i>La biodiversidad en Tabasco. Estudio de estado. Vol. I.</i> México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).</p> <p>Addinsoft. (2021). <i>XLSTAT statistical and data analysis solution.</i> Version 3.2. Paris, France.</p> <p>Aldape-López, C. T., & Santos-Moreno, A. (2016). Efecto del manejo forestal en la herpetofauna de un bosque templado del occidente de Oaxaca, México. <i>Revista de Biología Tropical</i>, 64(3), 931-943.</p> <p>Altamirano TA, Soriano SM, López JF. 2016. <i>Ecología de anfibios y reptiles: métodos y técnicas para su estudio.</i> México: Liga Mexicana de Fauna Silvestre, AC.</p> <p>AmphibiaWeb. 2025. Recuperado de https://amphibiaweb.org/. Consultado el 12 de agosto de 2025.</p> <p>Barragán-Vázquez MR, Ríos-Rodas L, Fucsko LA, Porras LW, Mata-Silva V, Rocha A, DeSantis DL, García-Padilla E, Johnson JD, Wilson LD. 2022. The herpetofauna of Tabasco, Mexico: composition, distribution, and conservation status. <i>Amphib. Reptil. Conserv.</i> 16(2):1–61 (e315).</p> <p>Barrera-Méndez W, Vázquez-López H. 2020. Wildlife associated with a coffee plantation in Córdoba, Veracruz, México. <i>BioCyT Biol. Sci. Technol.</i> 13: doi: https://doi.org/10.22201/fesi.20072082.2020.13.75829</p>

Beard KH, Vogt KA, Kulmatiski A. 2002. Top-down effects of a terrestrial frog on forest nutrient dynamics. *Oecologia*. 133(4):583–593. doi: <https://doi.org/10.1007/s00442-002-1073-0>

Carvajal-Cogollo JE. & Urbina-Cardona JN. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*, 1(4), 397-416.

Carvajal-Cogollo JE. & Urbina-Cardona JN. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*, 1(4), 397-416.

Casanova-Lugo F, Ramírez-Avilés L, Parsons D, Caamal-Maldonado A, Piñero-Vázquez AT, Díaz-Echeverría V. 2016. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. *Rev. Chapingo Ser. Cienc. For. Amb.* 22(3):269–284. doi: <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2015.06.029>

Casas-Andreu G, Valenzuela-López G, Ramírez-Bautista A. 1991. *Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles*. Cuadernos del Instituto de Biología, No. 10. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Charruau, P., Morales-Garduza, M. A., López-Luna, M. A., Reyes-Trinidad, J. G., Ramírez-Pérez, M. A., López-Hernández, J. A., & García-Morales, R. (2023). Herpetofauna de los humedales de la laguna de chaschoc, Tabasco, México . *Revista Latinoamericana De Herpetología*, 6(2), e616 (75 – 92). <https://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2023.2.616>

Cervantes-López A, Ramírez-Bautista A, Moreno CE, García-Cruz M, Cruz-Elizalde R. 2022. Environmental and structural variables influencing amphibian diversity in agroforestry systems of central Mexico. *Trop. Conserv. Sci.* 15:1–16. doi: <https://doi.org/10.1177/19400829221107716>

Céspedes JA, Zaracho VH, Álvarez BB. & Colombo MC. 2008. Diversidad de anfibios: su importancia en los ecosistemas y declinación de poblaciones.

Colwell R. 2013. Statistical estimation of species richness and shared species from samples.

Conway GR. 1987. The properties of agroecosystems. *Agric. Syst.* 24(2):95–117. doi: [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(87\)90056-4](https://doi.org/10.1016/0308-521X(87)90056-4)

Cook JG, Stutzman TW, Bowers CW, Brenner KA, Irwin LL. 1995. Spherical densimeters produce biased estimates of forest canopy cover. *Wildl. Soc. Bull.* 23(4):711–717.

Cruz-Elizalde R, Ramírez-Bautista A, Wilson LD, Hernández-Salinas U. 2015. Effectiveness of protected areas in herpetofaunal conservation in Hidalgo, Mexico. *Herpetol. J.* 25(1):41–48.

Cruz-Elizalde R, Ramírez-Bautista A. 2012. Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad (Nueva serie)* 22:57-108.

Cruz-Elizalde, R., Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., Magno-Benítez, I., García-Rosales, A., & Pineda-López, R. 2018. Riqueza y diversidad de anfibios y reptiles en algunas Áreas Naturales Protegidas del Valle de México. *Ecología y conservación*

de fauna en ambientes antropizados. REFAMA, CONACYT, UAQ, México, 5-17.

Demaynadier, P. G., & Hunter, M. L. (1998). Effects of silvicultural edges on the distribution and abundance of amphibians in maine. *Conservation Biology*, 12(2). <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1998.96412.x>

Díaz-Gamboa L, Herrera D, Gallardo A, Cedeño-Vázquez J, Gonzalez-Sanchez VH, Chiappa-Carrara X, Arenas C. 2020. Catálogo de reptiles de la península de Yucatán.

Evans M. 2019. Comparative analysis of herpetofauna diversity in agroforestry and natural forest systems in Southeast Asia. *Biodivers. Conserv.* 28(9):2261–2275. doi: <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01737-3>

Fahrig L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34(1):487–515. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>

Faria D. Barradas-Paciencia ML.; Dixo M.; Ricardo-Laps R. Baumgarten J. 2007. Ferns, frogs, lizard, birds and bats in forest fragment and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic forest, Brazil. *Biodiversity and Conservation* Vol.16 No. 8. 2335-2357 p.

Farrell, J. G., & Altieri, M. A. 1999. Sistemas agroforestales. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan-Comunidad, Uruguay.

Flores-Villela O. & García-Vázquez UO. 2014. Biodiversity of reptiles in México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85. pp 467-475.

Fulgence D, Sinsin B, Ahounou S, Kassi AK, Dossa A. 2021. Impact of agricultural intensification on amphibian and reptile diversity in West Africa. *Afr. J. Ecol.* 59(1):1–10. doi: <https://doi.org/10.1111/aje.12827>

Gliessman SR. Rosado-May FJ. Guadarrama-Zugasti C. Jedlicka J. Cohn A. Méndez VE & Jaffe R. 2007. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*, 16(1).

Glor RE.; Flecker AS.; Benard MF. Power AG. 2001. Lizard diversity and agricultural disturbance in a Caribbean forest landscape. *Biodiversity and Conservation* 10:711-723

González-Romero A, Murrieta-Galindo R. 2008. Anfibios y reptiles. En: *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. Instituto de Ecología, Instituto Nacional de Ecología, México; p. 135-147.

Gutiérrez-Zúñiga RA. 2011. Impacto de los sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao*) en la conservación de herpetofauna de hojarasca, en un paisaje fragmentado del trópico húmedo de Panamá. [Tesis de maestría]. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p. 119.

Hammer Ø, Harper DA. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4(1):1.

Heinen JT. 1992. Comparisons of the leaf litter herpetofauna in abandoned cacao plantations and primary rain forest in Costa Rica: Some implications for faunal restoration. *Biotropica*, 24(3):431-439.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2014. Anuario estadístico y geográfico de Tabasco 2014. Gobierno del Estado de Tabasco. 533 p.

Izac AM, Sanchez PA. 2001. Towards a natural resource management paradigm for international agriculture: the example of agroforestry research. *Agric. Syst.* 69(1-2):5-25. doi: [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(01\)00015-4](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(01)00015-4)

Jost L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113(2):363-375. doi: <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>

Köhler G. 2003. Reptiles of Central America. Herpetofauna between Mexico and Panama.

Krebs CJ. 1989. Ecological methodology. New York: Harper & Row Publishers. 654 p.

Lara-Tufiño JD, Badillo-Saldaña LM, Hernández-Austria R, Ramírez-Bautista A. 2019. Effects of traditional agroecosystems and grazing areas on amphibian diversity in a region of central Mexico. *PeerJ* 7:e6390. doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.6390>

Lee JC. 2000. *A field guide to the amphibians and reptiles of the Mayan world: The lowlands of Mexico, northern Guatemala and Belize*. Ithaca (NY): Cornell University Press.

Leenders T. 2001. *A guide to amphibians and reptiles of Costa Rica*. Ithaca (NY): Cornell University Press.

Lemmon PE. 1956. A spherical densiometer for estimating forest overstorey density. *For. Sci.* 2(4):314-320.

Leyte-Manrique A, Balderas-Valdivia CJ. 2022. Los agroecosistemas como refugios de la biodiversidad: el caso de los anfibios y reptiles. *OJS Prueba*. 4(9):37-47.

Leyte-Manrique A, Barragán-Cisneros AA, Trujano-Durán MA, Berriozabal-Islas C, Maciel-Mata CA. 2019. A comparison of amphibian and reptile diversity between disturbed and undisturbed environments of Salvatierra, Guanajuato, Mexico. *Trop. Conserv. Sci.* 12:1-13. doi: <https://doi.org/10.1177/1940082919829992>

Lieberman SS. 1986. Ecology of the leaf-litter herpetofauna of a neotropical rainforest. *Acta Zool. Mexicana* 15:1-72.

López-Bedoya J, Sánchez-Hernández J, García-González R, Gómez-González J, Pérez-González J. 2022. Evaluación comparativa de la diversidad de herpetofauna en sistemas agroforestales y bosques naturales en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Rev. Mex. Biodivers.* 93:e933731. doi: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.3731>

Macip-Ríos R, Casas-Andreu G. 2008. Los cafetales en México y su importancia para la conservación de los anfibios y reptiles. *Acta Zoológica Mexicana* 24(2):143-159.

Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurements. Princeton (NJ): Princeton University Press. doi: <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>

Magurran AE. 2004. Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Publishing. 256 p.

Maldonado-Sánchez, EA. Ochoa-Gaona S Ramos-Reyes R. Guadarrama-Olivera M. de los Á., González-Valdivia, N. & HJ. de Jong, B. 2016. La selva inundable de canacoite en Tabasco, México, una comunidad vegetal amenazada. Acta Botánica Mexicana, 115. <https://doi.org/10.21829/abm115.2016.1113>

Martínez-López AA, Candia-Alor CDR, Flores-Lázaro C, Bolívar-Arriaga NK, Aldana-Rodríguez J, Hernández-de la-Cruz R. 2014. Herpetofauna en un cacaotal en la R/A Huimango 1a Sección, Cunduacán, Tabasco. *Kuxulkab'* 17(33). doi: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a17n33.360>

Moreno CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza (ES): Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA); Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. 84 p.

Moreno-Calles A, Casas A, Blancas J, et al. 2010. Agroforestry systems and biodiversity conservation in arid zones: the case of the Tehuacán Valley, Central México. *Agrofor. Syst.* 80:315–331. doi: <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9349-0>

Nair PKR, Kumar BM, Nair VD. 2021. An introduction to agroforestry: four decades of scientific developments. 2nd ed. Cham (CH): Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-75358-0>

Nair PKR. 1983. An introduction to agroforestry. Dordrecht (NL): Kluwer Academic Publishers.

Nicholls CI, Altieri MA. 2002. Agroecological principles and strategies for sustainable agriculture. In: Uphoff NT, editor. Agroecological innovations: increasing food production with participatory development. London (UK): Earthscan. p. 40–46.

Palma-López DJ, Cisneros DJ., Moreno CE., & Rincón-Ramírez J. A. 2007. Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable. Colegio de Postgraduados-ISPROTAB-FUPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México, 195.

Palmer MW. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology* 71(3):1195–1198. doi: <https://doi.org/10.2307/1937387>

Parra-Olea G, Flores-Villela O, & Mendoza-Almeralla C. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 460-466

Paz-Quevedo OW. 2023. Diversidad de anfibios y reptiles silvestres en un agroecosistema de El Salvador: implicaciones socioecológicas. *Rev. Panam. Cienc. Soc.* (7):110–123.

Pechmann, J. H., Scott, D. E., Semlitsch, R. D., Caldwell, J. P., Vitt, L. J., & Gibbons, J. W. (1991). Declining amphibian populations: the problem of separating human impacts from natural fluctuations. *Science*, 253(5022), 892-895.

Universidad Juárez del Estado de Durango

Pineda E, Halffter G. 2003. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in México. *Biol Conserv.* 117:399–408. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.08.009>

Prager M, Restrepo JM, Ángel DI, Malagón R, Zamorano A. 2002. *Agroecología: una disciplina para el estudio y desarrollo de sistemas sostenibles de producción agropecuaria*. Palmira (CO): Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. 333 p.

Ríos-Orjuela JC., Falcón-Espitia N., Arias-Escobar A, & Plazas-Cardona D. 2023. Conserving Biodiversity in Coffee Agroecosystems: Insights from a Herpetofauna Study in the Colombian Andes with Sustainable Management Proposal. *bioRxiv*, 2023-03.

Rylands AB, Mittermeier RA, & Rodríguez-Luna E. 1997. Conservation of neotropical primates: Threatened species and an analysis of primate diversity by country and region. *Folia Primatologica*, 68(3–5). doi: <https://doi.org/10.1159/000157243>

Savage JM. 2002. *The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas*. Chicago (IL): University of Chicago Press.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2016). Programa de incentivos para productores agrícolas 2016. Ciudad de México: SAGARPA.

Suazo-Ortuño I, Alvarado-Díaz J, Mendoza E, et al. 2015. High resilience of herpetofaunal communities in a human-modified tropical dry forest landscape in Western Mexico. *Trop. Conserv. Sci.* 8(2):396–423. doi: <https://doi.org/10.1177/194008291500800208>

Suazo-Ortuño I. 2009. Efectos de la conversión del bosque tropical caducifolio a mosaicos agrícolas sobre ensamblajes herpetofaunísticos. Tesis Dr. en C. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. 117 pp.

Ter-Braak CJF. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67(5):1167–1179. doi: <https://doi.org/10.2307/1938672>

Uetz P, Freed P, Aguilar R, y Hošek J. 2025. The reptile database. Disponible en <http://www.reptile-database.org/>. Consultado el 12 de agosto de 2025.

Urbina-Cardona JN, Bernal EA, Giraldo-Echeverry N, Echeverry-Alcendra A. 2015. El monitoreo de herpetofauna en los procesos de restauración ecológica: indicadores y métodos. En: *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. p. 134–147. doi: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4400.7129>

Urbina-Cardona JN, Olivares-Pérez M, Reynoso VH. 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. *Biol Conserv.* 132:61-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.03.014>

Urbina-Cardona JN, Reynoso VH. 2009. Uso del microhábitat por hembras grávidas de la rana de hojarasca *Craugastor loki* en la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Rev Mex Biodivers.* 80(2):571–573. doi: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.002.630>

<p style="text-align: center; font-size: 2em; opacity: 0.1; transform: rotate(-45deg);"> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco </p>	<p>Urbina-Cardona, J. N. (2011). Gradientes andinos en la diversidad y patrones de endemismo en anfibios y reptiles de Colombia: Posibles respuestas al cambio climático. <i>Revista de La Facultad de Ciencias Básicas</i>, 7(1).</p>
	<p>Valencia-Aguilar A, Cortés-Gómez AM, Ruiz-Agudelo CA. 2013. Ecosystem services provided by amphibians and reptiles in Neotropical ecosystems. <i>Int. J. Biodivers. Sci. Ecosyst. Serv. Manag.</i> 9(3):257–272. doi: https://doi.org/10.1080/21513732.2013.821168</p>
	<p>Valencia-Zuleta AJ, Jaramillo-Martínez AF, Echeverry-Bocanegra A, Viáfara-Vega R, Hernández-Córdoba O, Cardona-Botero VE, Gutiérrez-Zúñiga J, Castro-Herrera F. 2014. Conservation status of the herpetofauna, protected areas, and current problems in Valle del Cauca, Colombia. <i>Amphib. Reptile Conserv.</i> 8(2) [Special Sect.]:1–18; S1–S24 (e87).</p>
	<p>Vitt LJ, Caldwell JP. 2013. <i>Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles</i>. 4th ed. Academic Press. 757 p. doi: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386919-7.00004-6</p>
	<p>Wanger TC, Iskandar DT, Motzke I, Brook BW, Sodhi NS, Clough Y, Tschamtkke T. 2010. Effects of land-use change on community composition of tropical amphibians and reptiles in Sulawesi, Indonesia. <i>Conserv. Biol.</i> 24(3):795–802. doi: https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01434.x</p>
	<p>Whitfield, S. M.; Bell, K. E.; Philippi, T.; Sasa.; Bolaños, F.; Chaves, G.; Savage, J. M.; Donnelly, M. A. 2007. Amphibian and reptile declines over 35 years at La Selva, Costa Rica. <i>PNAS</i> Vol. 104 No. 20. 8352–8356 p.</p>

Wilson LD, Mata-Silva V. & Johnson, JD. 2013. A conservation reassessment of the reptiles of Mexico based on the EVS measure. *Amphibian & Reptile Conservation*, 7(1), 1-47.

Wurz A, Schmid B, Baur B. 2022. Effects of agroforestry systems on herpetofauna diversity in temperate regions. *Agric. Ecosyst. Environ.* 325:107755. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107755>

Zimmerman BL. 1994. Audio strip transects. En: Heyer WR, Donnelly MA, McDiarmid RW, Hayek LC, Foster MS, editores. *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Washington, D.C., USA: Smithsonian Institution. p. 92–