



Diversidad de especies de murciélagos en ranchos agropecuarios, Campeche, México

Species diversity of bats in agricultural ranches, Campeche, Mexico

Mejenes-López Sol de Mayo A.¹, Góngora-Julián Loira C.^{1*}, Ku-Mijangos Juan C.¹, Vargas-Contreras Jorge A.², Lee-Borges Brígido M.¹, Pérez-Sánchez Edwin³, Baeza-Narváez Sarahí C.¹, Ballina-Ortíz Fernando⁴, Cohuo-Ávila M. Esther¹, Uco-Polanco Jorge¹ y Cu-Escamilla Emanuel¹

RESUMEN

En el estado de Campeche se han registrado 55 murciélagos. Este estudio presenta la riqueza local y regional de 14 ranchos agropecuarios, incluyendo sus gremios tróficos, categorías de conservación, variedad de especie utilizando siete estimadores no paramétricos, curva de rarefacción y la similitud entre las comunidades de murciélagos. Los muestreos se llevaron a cabo en tres períodos-años 2018, 2020-2021 y 2023. Se capturaron 212 individuos de 17 especies de tres familias Mormoopidae, Phyllostomidae y Vespertilionidae. Las especies más abundantes fueron *Artibeus lituratus*, *A. jamaicensis* y *Dermanura phaeotis*, en contraste, las menos abundantes *Lophostoma nicaraguae*, *Carollia subrufa*, *Chiroderma villosum*, *Diphylla ecaudata* y *Myotis elegans*. En cuanto a su distribución, *A. lituratus* se registró en los 14 sitios, *A. jamaicensis* en 12 y *Sturnira parvidens* en 11, en tanto que siete especies son exclusivas de un solo sitio. Estas especies se agrupan en cuatro gremios tróficos, frugívoros (56%), insectívoros (23%), sanguinívoros (12%) y nectarívoros (6%). Los estimadores no paramétricos de la riqueza de especies varió de 20 a 28. La curva de rarefacción no alcanzó la asíntota. Las diferencias faunísticas de similitud se separaron significativamente en cinco grupos. Se registró la presencia de 22 de 32 especies de árboles como cercos vivos los cuales fueron visitados por las especies de murciélagos en ambos sitios y esto influyó en la diversidad y la comunidad de estos mamíferos.

Palabras clave: Chiroptera, inventario biológico, estimadores no paramétricos, rarefacción, similitud.

ABSTRACT

*In the state of Campeche, 55 bat species have been recorded. This study presents the local and regional richness across 14 agricultural ranches, including their trophic guilds, conservation categories, species diversity using seven non-parametric estimators, rarefaction curves, and the similarity between bat communities. Sampling was conducted in three periods: 2018, 2020-2021, and 2023. A total of 212 individuals from 17 species across three families Mormoopidae, Phyllostomidae, and Vespertilionidae were captured. The most abundant species were *Artibeus lituratus*, *A. jamaicensis*, and *Dermanura phaeotis*, while the least abundant*

Relevancia:
Aplicación de siete estimadores para conocer la diversidad de murciélagos en ranchos ganaderos delimitados por cercas vivas

¹Laboratorio y Colección Biológica de Vertebrados Terrestres. Departamento de Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México. Calle 11 s/n entre 22 y 28, Chiná, C. P. 24520. Campeche, Campeche, México.

²Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche. Av. Ing. Humberto Lanz Cárdenas s/n, Colonia Exhacienda Kalá, C. P. 24085. Campeche, Campeche, México.

³Coordinador local proyecto BioPaSOS, Campeche. Unidad Ganadería y Manejo del Ambiente. CATIE.

⁴Instituto Tecnológico de Campeche, Tecnológico Nacional de México. Carretera Campeche - Escárcega Km. 9, 24500 Campeche, Campeche, México.

*Autor de correspondencia:
loiragonora02@gmail.com

were *Lophostoma nicaraguae*, *Carollia subrufa*, *Chiroderma villosum*, *Diphylla ecaudata* and *Myotis elegans*. Regarding distribution, *A. lituratus* was recorded at all 14 sites, *A. jamaicensis* at 12, and *Sturnira parvidens* at 11, whereas seven species were exclusive to a single site. The species are grouped into four trophic guilds: frugívoros (56%), insectívoros (23%), sanguívoros (12%), and nectarívoros (6%). Non-parametric species richness estimators ranged from 20 to 28. The rarefaction curve did not reach an asymptote. The faunal similarity differences were significantly separated into five groups. Twenty-two of 32 tree species were recorded as hedges, which were visited by bat species at both sites, and this influenced the diversity and community of these mammals.

Keywords: Chiroptera, biological inventory, non-parametric estimators, rarefaction, similarity.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial es común identificar los paisajes antrópicos (PAs, Arroyo-Rodríguez *et al.*, 2019) que son el resultado de las actividades humanas. Estas actividades, según su intensidad y extensión generan diversos tipos de PAs clasificados como deforestación, fragmentación y transformación de áreas naturales a ranchos agrícolas, pecuarios, pastorales y silvícolas. Dichas alteraciones en el ambiente son el efecto constante de la acción humana, lo que ha llevado a la fragmentación de numerosos hábitats en comunidades biológicas del Neotrópico en Suramérica (Laurence, 1999) y Centroamérica (Brosi *et al.*, 2007). Para el caso de México, autores como Sánchez-Aguilar y Rebo-llar-Domínguez (1999), Proust *et al.* (2015) y Ellis *et al.* (2017) evaluaron los principales factores de deforestación al sureste e identificaron a la ganadería y a la agricultura como unas de las principales, entre otras la infraestructura, urbanización y el cultivo de la palma de aceite. Autores como Stoner *et al.* (2007) señalan que los efectos negativos de la fragmentación de bosques tropicales sobre el éxito reproductivo de las especies de árboles tropicales dependen mucho del comportamiento de los polinizadores ante un paisaje fragmentado, aunque, Davies *et al.* (2000) mencionan que no todas las especies declinan hacia la extinción como consecuencia de la perturbación y fragmentación del hábitat, mientras que Estrada y Coates-Estrada (2001a, 2001b, 2002) han documentado que, en algunos casos las especies parecen ser más flexibles de lo esperado.

Las cercas vivas son un tipo de sistema silvo-pastoril (Pezo e Ibrahim, 1999) que consiste en la combinación de líneas de árboles leñosos perennes con pasturas. Estos árboles tienen efectos directos en la mejora de la producción ganadera (incremento de peso animal y producción lechera) y efectos indirectos como proporcionar sombra, forraje de ramoneo, reciclaje de nutrientes, cortinas rompe vientos y conservación de la biodiversidad (Pezo e Ibrahim, 1999; Harvey *et al.*, 2005).

Para estudios específicos con murciélagos, Medellín *et al.* (2000) y Stoner *et al.* (2007) hacen referencia acerca del efecto de la fragmentación del bosque sobre la abundancia y la diversidad de murciélagos, quienes han concluido que la conversión del hábitat afecta negativamente en diversos aspectos en la comunidad. Los murciélagos neotropicales son un grupo ampliamente estudiado, debido a su facilidad de muestreo y su clasificación taxonomía estable. Son el enfoque clave para evaluar el cambio de la estructura de una comunidad en cuanto a su riqueza y composición de especies al transformarse los ambientes prístinos en paisajes antrópicos (Meyer *et al.*, 2015; Montano-Centellas *et al.*, 2015).

La importancia de los murciélagos como un grupo ecológicamente significativo en los ecosistemas y agrosistemas o PAs es poco conocida y divulgada entre los productores. Entre los beneficios principales que se obtienen de ellos es una amplia variedad de alimentos que consumen (Denzinger y Schnitzler, 2013; Segura-Trujillo, 2022), nos brindan servicios ambientales (Camacho y Ruíz, 2012) además de abastecimiento y regulación. El abastecimiento es por los frugívoros o fitófagos, que tienen una estrecha relación planta-murciélago (Kunz *et al.*, 2011; Zamora-Gutiérrez *et al.*, 2021). Tienen la capacidad de transportar frutos a largas distancias, desempeñando el rol de dispersores de semillas, cruciales para la conservación y regeneración de ecosistemas; además, los nectarívoros, al interactuar con las plantas, polinizan y ayudan en la producción de sus frutos, que pueden ser de gran relevancia agrícola y económica. Los murciélagos tienen la capacidad de regulación (Kunz *et al.*, 2011; Zamora-Gutiérrez *et al.*, 2021), al momento de consumir insectos, controlan las poblaciones que afectan a cultivos e insectos que afectan la salud pública.

En México se han registrado 145 especies de murciélagos (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014,

López-Cuamatzi *et al.*, 2024) y se pueden encontrar al menos 55 especies en el estado de Campeche, distribuidas en siete familias (Vargas-Contreras *et al.*, 2014). Es importante resaltar que la mayoría de esta diversidad estatal está confirmada en registros basados en estudios de diversidad, en adición de registros y paisajes transformados (Bolaños *et al.*, 2006; Borges-Jesús *et al.*, 2021; Guzmán-Soriano *et al.*, 2013; Mejenes-López y Vallarino-Moncada, 2016; Plasencia-Vázquez *et al.*, 2020; Rico-Chávez *et al.*, 2015; Sánchez-Hernández y Romero-Almaraz, 1995; Sosa-Escalante *et al.*, 2013; Torres-Castro *et al.*, 2021; Vargas-Contreras *et al.*, 2008, 2012). Los objetivos de este trabajo son describir la riqueza local y regional de los murciélagos (Simmons y Cirranello, 2024), presentes en 14 ranchos agropecuarios en el estado de Campeche, así como los gremios tróficos, las categorías de riesgo y amenaza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estado de Campeche es uno de los tres estados que forman parte de la Península de Yucatán, en el sureste de México. La investigación se llevó a cabo

en 14 ranchos ganaderos (R= sitios de muestreo) dentro de tres municipios: Escárcega, Champotón y Campeche (Figura 1), de los cuales 12 sitios estuvieron incluidos en el proyecto Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles (BioPaSOS) ejecutado por el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) durante los años 2018 al 2021. Los dos últimos sitios se trabajaron durante el año 2023 y se seleccionaron por facilidad de acceso y seguridad para el desarrollo del trabajo de campo. Los sitios (R) se caracterizaron por la presencia de algunos árboles dispersos y cercas vivas (Cuadro 1) donde se colocaron las redes paralelas a ellos. La vegetación circundante en los primeros 13 sitios es de tipo selva baja caducifolia (SBC) y solo el sitio 14 de selva mediana subcaducifolia (SMSC), todos en condiciones de perturbación. La SBC, se presenta con la mayoría de los árboles que pierden el follaje durante la estación seca de 7 a 8 meses (Challenger y Soberón, 2008) causando un contraste respecto a la temporada de lluvias (Trejo y Dirzo, 2002; Pennington y Sarukhán, 2005), con una precipitación promedio de 800 mm (máxima 1,200 mm) encontrándose en los municipios de Escárcega y Champotón, en cuanto en la SMSC los árboles

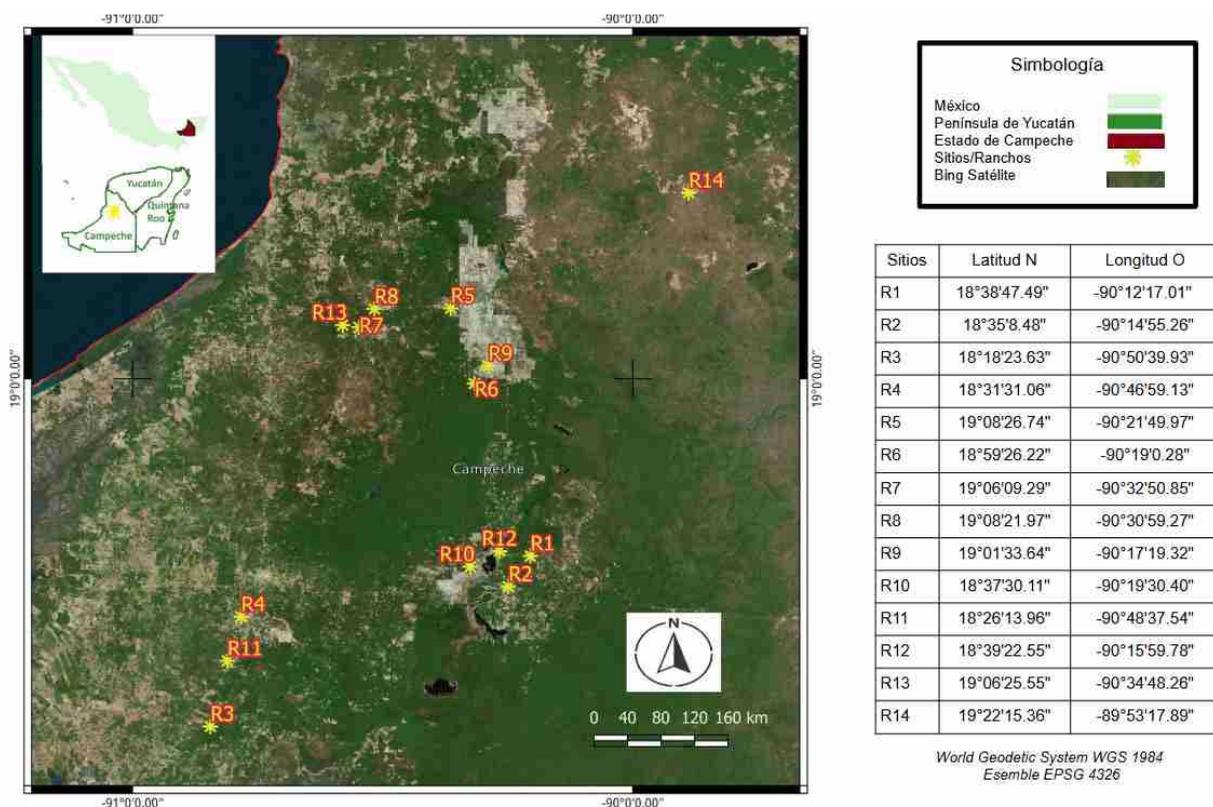


Figura 1. Ubicación de los ranchos agropecuarios de muestreo en el estado de Campeche, México.

Cuadro 1. Diversidad de árboles usados como cercas vivas en los sitios de estudio.

Especies de árboles	R1.	R2.	R3.	R4.	R5.	R6.	R7.	R8.	R9.	R10.	R11.	R12.	R13.	R14.
<i>Alvaradoa amorphoides</i> (Bel siinik che')	1	1	1	1	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---
<i>Bursera simaruba</i> (Chaká)	1	1	1	1	1	1	---	---	---	---	---	---	1	1
<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Kitim che')	1	1	1	1	---	---	---	1	1	1	---	---	1	1
<i>Cedrela odorata</i> (Cedro)	1	1	1	1	1	1	---	---	---	---	1	---	---	---
<i>Chloroleucon manguense</i> (Ya' ax eek')	---	---	---	---	---	---	1	1	---	---	---	---	---	---
<i>Conocarpus erectus</i> (Kanché)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	1
<i>Crescentia cujete</i> (Jícara o guiro)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	1
<i>Ehretia tinifolia</i> (Roble)	1	1	1	1	1	1	---	1	1	1	---	1	1	---
<i>Ficus</i> sp.	---	---	---	---	---	---	1	---	---	1	---	1	---	---
<i>Gliricidia sepium</i> (Cacahuananche)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	---	---
<i>Gmelina arborea</i> (Melina)	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Guazuma ulmifolia</i> (Guázima)	---	---	---	---	---	---	1	---	1	1	---	---	1	1
<i>Guettarda combsii</i> (Manzanillo, Taastaab)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---
<i>Hampea trilobata</i> (Majaua)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---	1	---
<i>Havardia albicans</i> (Chikum)	---	---	---	---	---	---	---	1	1	---	---	---	1	---
<i>Lafoensia puniceifolia</i> (Cascarillo)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1
<i>Leucaena leucocephala</i> (Waaxim)	---	---	---	---	---	---	1	1	---	---	---	1	1	1
<i>Lonchocarpus rugosus</i> (K'anásin)	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---	1	1	---
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> (Xu'ul)	1	1	1	1	1	1	---	---	---	---	---	---	---	1
<i>Luehea speciosa</i> (K'askáat)	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (Tzalam)	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---	1	1
<i>Maclura tinctoria</i> (Chak oox)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---

Cuadro 1. Diversidad de árboles usados como cercas vivas en los sitios de estudio.

Especies de árboles	R1.	R2.	R3.	R4.	R5.	R6.	R7.	R8.	R9.	R10.	R11.	R12.	R13.	R14.
<i>Manilkara zapota</i> (Chicozapote)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---	1	---
<i>Piscidia piscipula</i> (Jabín)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	---	---	1	1
<i>Platymiscium yucatanum</i> (Granadillo)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	1
<i>Pouteria campechiana</i> (Cho'ch)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---
<i>Psidium sartorianum</i> (Guayabillo)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1
<i>Simarouba amara</i> (Pa'sak)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---
<i>Solanum erianthum</i> (Chal che')	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	1	---
<i>Tabebuia rosea</i> (Jok' ab mak'ulis)	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---
<i>Vitex gaumeri</i> (Ya'axnik)	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	1	---	1	1
<i>Zuelania guidonia</i> (Trementina)	1	1	1	1	1	1	---	---	---	---	1	1	---	---
Totales	9	9	9	10	7	7	7	11	7	7	8	7	17	13

pierden su follaje en la estación seca en una proporción entre el 50% y 75% del arbolado (Pennington y Sarukhán, 2005) con precipitación anual entre 1,000 y 1,200 mm estando presente en el municipio de Campeche. Ambos tipos de vegetación están representados por las especies de árboles *Enterolobium cyclocarpum* (Pich), *Metopium brownei* (Chechem negro), *Ceiba pentandra* (Ceiba) y *Vitex gaumeri* (Ya'axnik; Flores y Espejel, 1994; Dzib-Castillo et al., 2014). El clima de esta región corresponde a un cálido subhúmedo con una temperatura anual media de 26°C, con máximas de 40 °C y mínimas de 10 °C (INEGI, 2017).

Periodos y muestreos

Los muestreos en los 14 sitios sumaron un total de 82 noches en tres periodos (P): para el P1 durante abril a julio de 2018, se abarcaron seis sitios denominados R1 Centenario, R2 Altamira de Zináparo, R3 Luna y R4 División del Norte en el municipio de Escárcega, R5 Yacasay y R6 Yohaltún 1 en el municipio de Champotón, haciendo un total de

36 noches de muestreo (Uco-Polanco, 2018). Para el P2, a partir de septiembre de 2020 a enero de 2021, siendo el R7 Felipe Carillo Puerto 1, R8 Felipe Carillo Puerto 2, R9 Yohaltún 2 del municipio de Champotón; R10 Centenario, el R11 Haro y el R12 Silvictuc en el municipio de Escárcega con 36 noches de muestreo (Cu-Escamilla, 2022). Finalmente el P3 fue durante junio y octubre de 2023 en los sitios R13 Felipe Carrillo Puerto 3 municipio de Champotón y el R14 Carlos Cano Cruz en el municipio de San Francisco de Campeche, con 10 noches de muestreo. En los primeros 12 sitios (R1 al R12) se colocaron seis redes de niebla de 12 m. de largo por 2.6 m. de alto, cada una, agrupadas en pares, con posición en "L", establecidas tres estaciones de muestreo en cada sitio. Para el caso de los sitios R13 y R14, se colocaron cuatro redes de niebla de 6 m de largo por 2.6 m de alto, cada una, agrupadas en pares, con posición en "L", con dos estaciones de muestreo en cada sitio. Las revisiones de las redes se hicieron en lapsos de 40 min en un horario de 19:00 a 24:00 h.

Los individuos capturados fueron removidos de las redes y colocados en sacos de tela para ser transportados al campamento donde se identificaron taxonómicamente a nivel de especie basándose en Medellín *et al.* (2008), con la guía ilustrada de Reid (2009) y la guía de Arroyo-Cabrales *et al.* (2011). Antes de liberar a los individuos, se les asignó un número de colecta único (ID) y se les midió con un calibrador vernier de 0.5 mm de precisión (Kurta y Kunz, 1988) la longitud del antebrazo (Hutchinson, 1959) así como longitud de oreja, de trago, de hoja nasal (en caso de presentar), se les registró la masa corporal (usando un dinamómetro Pesola de 100 g y 300 g), edad relativa (los juveniles se distinguen de los adultos por el grado de osificación de las falanges; Anthony, 1988), sexo (en machos basado en la presencia del pene mientras que en las hembras por un par de pezones y una protuberancia púbica; Racey, 1988) y estado reproductivo (para hembras: preñadas, lactando o inactivas; para machos: con testículos abdominales o escrotados). Para detectar si las hembras se encontraban preñadas se tocó suavemente el abdomen, mientras que las hembras lactando se reconocieron por tener pezones alargados, sin pelos alrededor y secretar leche cuando se apretaban levemente (Racey, 1988). Todos los datos se registraron en un formato previamente elaborado.

Diversidad, riqueza taxonómica, gremio trófico, categoría de riesgo y amenaza

El listado y nombres taxonómicos está basado en Simmons y Cirranello (2024), para el caso de *Uroderma convexum* se considera a Mantilla-Meluk (2014) y para *Pteronotus mesoamericanus* a Ferreira-Camarg *et al.* (2020). Los gremios tróficos por Simmons y Voss (1998) y Fenton *et al.* (1999), la categoría de riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019) y de amenaza según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2024).

Análisis estadístico

Se elaboró una base de datos y posteriormente se generó dos matrices de datos: una de abundancia y otra de presencia-ausencia. Se seleccionaron siete estimadores de riqueza de especies no paramétricos con el fin de determinar cuántas especies aún no se han registrado en el área de estudio (Colwell y Coddington, 1994; Pineda-López, 2019) de los

cuales dos estimadores se centran en la abundancia de los individuos por cada especie en cada sitio de muestreo: Chao 1 considera el número de especies raras en la muestra y ACE toma en cuenta a las especies con diez o menos individuos en la muestra. Los otros cinco estimadores utilizan los datos de presencia-ausencia de una especie en una muestra dada. Chao 2 considera las especies observadas en una y dos unidades de muestreo, ICE emplea las especies raras presentes en un área de diez o menos unidades de muestreo, Jackknife 1 considera el número de especies presentes, mientras que Jackknife 2 toma en cuenta las especies presentes en dos unidades de muestreo y finalmente Bootstrap se basa en la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie (Chiarucci *et al.*, 2003). Todos estos se calcularon utilizando el programa EstimateS v. 9.1.0 (Colwell, 2013). Se usaron estos estimadores debido a que son insensibles al tamaño de muestra, orden de muestreo y a la distribución espacial de las especies (Gotelli y Colwell, 2001) además por ser eficaces al poco sesgo, con un alto valor de precisión (valor de estimación cercano al valor de la riqueza verdadera; Chiarucci *et al.*, 2003, Pineda-López, 2019).

Distribución espacial

Se realizó para evaluar si las especies tienen una distribución agregada en las muestras, que se trazó mediante la curva de rarefacción de Coleman. Esta curva aleatoriza la posición de los individuos en las muestras. Por lo tanto, si existen diferencias entre la curva de acumulación de todos los individuos observados y la curva de rarefacción significa que las especies raras están agrupadas en pocas muestras. Al contrario, una mayor superposición de la curva de acumulación de especies observada y la curva de Coleman señala una distribución más aleatoria de las especies (Colwell y Coddington, 1994).

Es importante señalar y hacer la distinción entre la curva de acumulación y la curva de rarefacción, en donde la primera se representa con el número de especies acumuladas en relación con el esfuerzo de muestreo (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), mientras que la segunda se basa en la comparación de la diversidad de especies entre diferentes áreas con diferentes tamaños de muestra (Gotelli y Colwell, 2001; Magurran, 2004). Se procesaron en el programa iNEXT Online, basada en R (Chao *et al.*, 2016; R Core Team, 2020).

Esfuerzo de muestreo (EM)

Se calculó con el método propuesto por Medellín (1993), sumando el total de metros de red usados cada noche y multiplicado por el total de horas de muestreo, definiéndose como metros por horas de red ($EM=M \times H$).

Cobertura de la muestra

Se considera como una medida de la completitud de la muestra, reflejando la proporción del número total de individuos de un ensamblaje que corresponde a las especies representadas en la muestra (Chao y Jost, 2012) donde el cálculo de la cobertura se basa en la integración de tres elementos fundamentales (Moreno y Pineda, 2015): el tamaño de la muestra, esto es, el número total de individuos registrados (denotado como n), el número de singletons (especies representadas por solamente un individuo en la muestra), cuya notación es f_1 y el número de doubletons (especies representadas por dos individuos en la muestra), denotado como f_2 , los cuales se relacionan de la siguiente manera:

$$C_n^A = 1 - (f_1/n [(n-1) f_1] / ((n-1) f_1 + 2f_2))$$

Similitudes entre las comunidades/localidades

Se analizó utilizando el programa de cómputo NTSYS versión 2.02 (Rohlf, 1998). A partir de esta matriz y del coeficiente de asociación Jaccard, se generó la matriz de similitud y, finalmente se llevó a cabo el agrupamiento por medio del método Media Aritmética no Ponderada (UPGMA, por sus siglas en inglés). Se tomó el valor crítico de similitud de 0.66 (Sánchez y López 1998; Vargas-Contreras *et al.*, 2008) para determinar diferencias faunísticas significativas.

RESULTADOS

Riqueza de especies

En total se registraron 17 especies de murciélagos pertenecientes a tres familias (Cuadro 2); Phyllostomidae que está representada por el 82% de las especies, seguida por Mormoopidae con el 12% y Vespertilionidae con el 6%. De los 212 individuos capturados y liberados, las especies más abundantes fueron *Artibeus lituratus* con 36%, seguido de *Artibeus jamaicensis* con el 19% y *Dermanura phaeotis* con el 11%, mientras que los de menos abundancia son *Lophostoma nicaraguae*, *Carollia subrufa*, *Chiroderma villosum*, *Diphylla ecaudata* y *Myotis elegans*, con un solo individuo cada una (0.5%).

Representación espacial

Artibeus lituratus se distribuyó en los 14 sitios, seguida por *A. jamaicensis* que se registró en 12 ranchos y *Sturnira parvidens* en 11, mientras que *Mormoops megalophylla*, *L. nicaraguae*, *C. subrufa*, *Uroderma convexum*, *C. villosum*, *D. ecaudata* y *M. elegans* especies registradas en un solo sitio (Cuadro 2). *Desmodus rotundus* se capturó en dos sitios (R6 y R7) y *D. ecaudata* en uno solo (R1). Los sitios que representa la mayor riqueza de especies son R1 y R3 con una muestra de 8 individuos cada uno, con el 47% del total de las especies de murciélagos capturadas cada uno y el sitio con la mayor abundancia es R14 ($n=28$) representando el 13%, siendo el más alejado de los demás sitios del área de estudio y es el único que no cuenta con una actividad pecuaria; seguido del R5 ($n=25$) con el 12%. El sitio con menor riqueza y abundancia fue el R10 ($n=2$, $n=4$, respectivamente).

Gremios tróficos

Las especies de murciélagos se agrupan en cuatro gremios tróficos, los cuales, el 6% son nectarívoros, el 12% sanguívoros, el 23% insectívoros y el 59% frugívoros (Cuadro 2). Se identificaron murciélagos frugívoros en los 14 sitios, seguido de los nectarívoros en seis, los insectívoros en cuatro y finalmente los sanguívoros en tres ranchos. R1 y R7 son los sitios con más gremios, al contar con frugívoros, nectarívoros y sanguívoros, mientras que en R3, R5 y R13 se encuentran frugívoros, nectarívoros e insectívoros. Solamente tres sitios presentan dos gremios, R4 con frugívoros y nectarívoros, R6 con frugívoros y sanguívoros, y el R14 con frugívoros e insectívoros. Los sitios R2, R8, R9, R10, R11 y R12 contaron exclusivamente con frugívoros. El gremio frugívoro está presente en todos los sitios, ya que el murciélago *A. lituratus* fue capturado en los 14 ranchos. Las especies insectívoras solo fueron 4, representadas en las tres familias colectadas, Mormoopidae con *Pteronotus mesoamericanus* y *Mormoops megalophylla*, Phyllostomidae con *L. nicaraguae* y Vespertilionidae con *M. elegans*. Solo dos especies de sanguívoros se capturaron siendo *D. rotundus* en dos ranchos (R6 y R7) y *D. ecaudata* en un sitio (R1).

Categorías de riesgo y de amenaza

Solo *L. nicaraguae* se encuentra en la categoría de amenazada (SEMARNAT, 2019) y todas las especies en Preocupación Menor por la UICN (IUCN, 2024).

Cuadro 2. Especies, número de individuos y gremios tróficos de los murciélagos en los 14 sitios de estudio (In= Insectívoro, Fg=Frugívoro, Nc=Nectívoro, Sg=San-quinívoro).

Sitios /Ranchos																	
Familia/especie	Gremio	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	Totales	Total de Sitios
Mormoopidae																	
<i>Pteronotus mesoamericanus</i> (Murciélago bigotudo mesoamericano)	In	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	2
<i>Mormoops megalophylla</i> (Murciélago barba arrugada)	In	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1
Phyllostomidae																	
<i>Lophostoma nicaraguae</i> (Murciélago de orejas redondas pigmeo de Nicaragua)	In	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Carollia perspicillata</i> (Murciélago cola corta de Sebas)	Fg	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	4	3
<i>Carollia sowelli</i> (Murciélago frugívoro de cola corta)	Fg	1	0	2	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	7	4
<i>Carollia subrufa</i> (Murciélago frugívoro de cola corta)	Fg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Glossophaga mutica</i> (Murciélago lengüetón de Palla)	Nc	2	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	9	6
<i>Sturmira parvidens</i> (Murciélago de charreteras menor)	Fg	5	2	1	2	2	1	1	2	0	0	0	1	2	1	20	11
<i>Uroderma convexum</i> (Murciélago toldero del Pacífico)	Fg	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	1
<i>Artibeus jamaicensis</i> (Murciélago frutero)	Fg	2	0	2	6	1	3	6	0	3	2	3	2	5	6	41	12
<i>Artibeus lituratus</i> (Murciélago frugívoro gigante)	Fg	5	11	7	9	13	5	1	2	1	2	6	1	4	9	76	14
<i>Centurio senex</i> (Murciélago cara arrugada)	Fg	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Chiroderma villosum</i> (Murciélago ojón peludo)	Fg	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Dermanura phaeotis</i> (Murciélago frugívoro pigmeo)	Fg	4	3	3	1	6	3	2	1	0	0	0	0	0	0	23	8
<i>Desmodus rotundus</i> (Murciélago vampiro)	Sg	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2

Curva de rarefacción de Coleman

Tanto la curva de acumulación de especies que se observa como la curva de Coleman indican que la distribución de las especies o muestras es más aleatoria, y además, parece que la curva de rarefacción no logra alcanzar la asíntota (Figura 2).

Estimadores de riqueza

Los estimadores no paramétricos revelan que la riqueza de especies esperada en las localidades estudiadas osciló entre 20 y 28 (Cuadro 3). En cuanto a los estimadores que se basan en especies, varían entre $n=22$ (Chao 1) y $n=23$ (ACE), mientras que para los que consideran la abundancia, el Bootstrap indica $n=20$, Jackknife 2 muestra $n=23$, Chao 2 apunta a $n=25$, Jackknife 1 señala $n=27$ e ICE llega a $n=28$ (Figura 3), con un intervalo de confianza del 95%.

Esfuerzo de muestreo

Para el P1 y P2 fue de 72mr/5 h por día de muestreo siendo 12 muestreos para cada periodo, dando un total de $EM=2592mr/180$ h por periodo. Para el

caso del P3, con diez muestreos se obtuvo un $EM=240mr/50h$.

Cobertura de la muestra

La Cn es del 97% y el déficit de la cobertura del 3%.

Similitudes entre las localidades

El dendrograma de similitud presenta cinco grupos de quiroptero fauna que están relacionados entre sí (Figura 4), siendo el primero el que incluye el sitio 14 (ejido Carlos Cano Cruz), el segundo compuesto por los sitios R1 y R3 (Centenario y Luna), el tercero abarcando R9, R10, R11 y R12 (Yohaltún, Centenario, Haro y Silvictuc), el cuarto englobando los sitios R2, R6 y R8 (Altamira Zináparo, Yohaltún y Felipe Carrillo Puerto), y por último, un quinto grupo que reúne los cuatro sitios R4, R5, R7 y R13 (División del Norte, Yacasay, Felipe Carrillo Puerto). Sin embargo, considerando el valor de decisión del (0.66) solo resultan dos agrupaciones: el sitio 14 (ejido Carlos Cano Cruz) y el resto de los sitios.

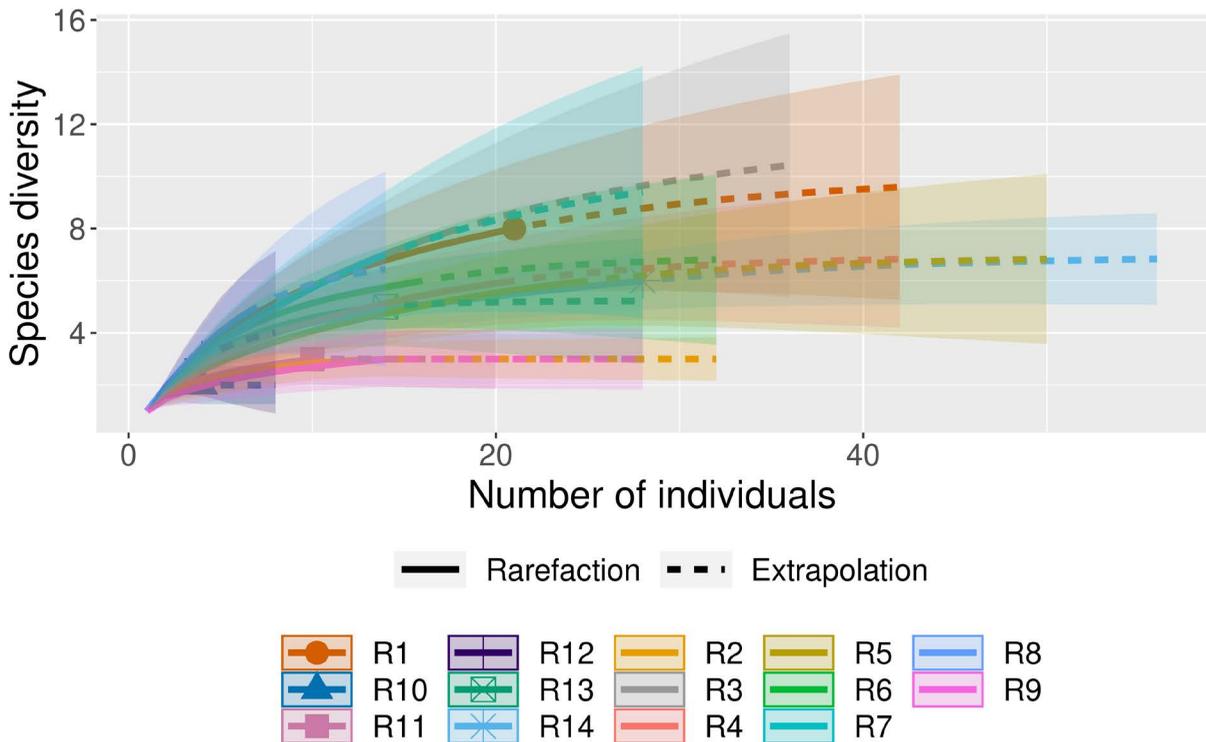


Figura 2. Curva de rarefacción de los 14 sitios de muestreo.

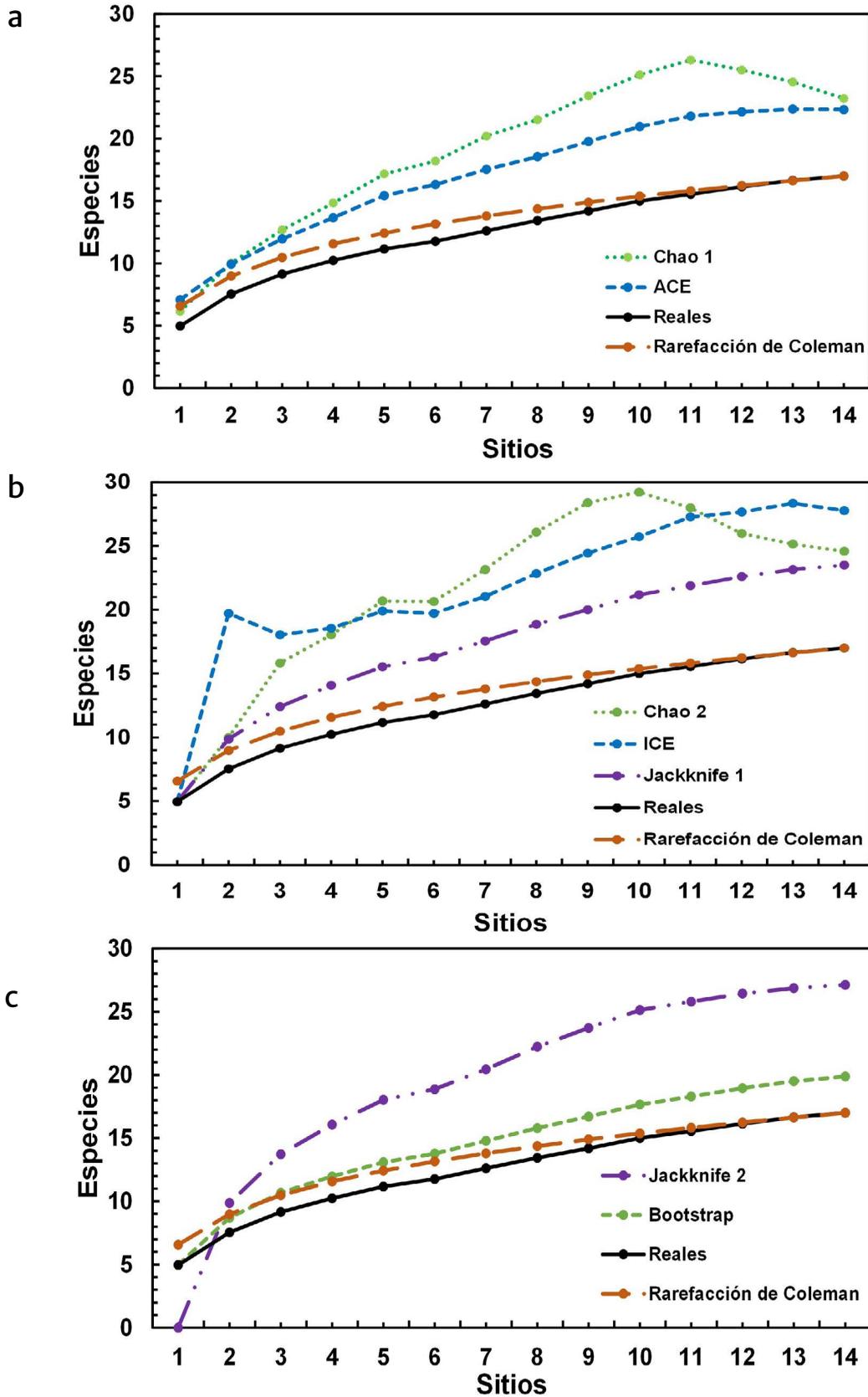


Figura 3. Curvas de acumulación de especies de acuerdo a los estimadores no paramétricos (a: Chao 1, ACE ; b: ICE, Chao 2, Jack 1 y c: Jack 2, Bootstrap) con especies observadas y de rarefacción de Coleman para murciélagos en ranchos agropecuarios del estado de Campeche, México.

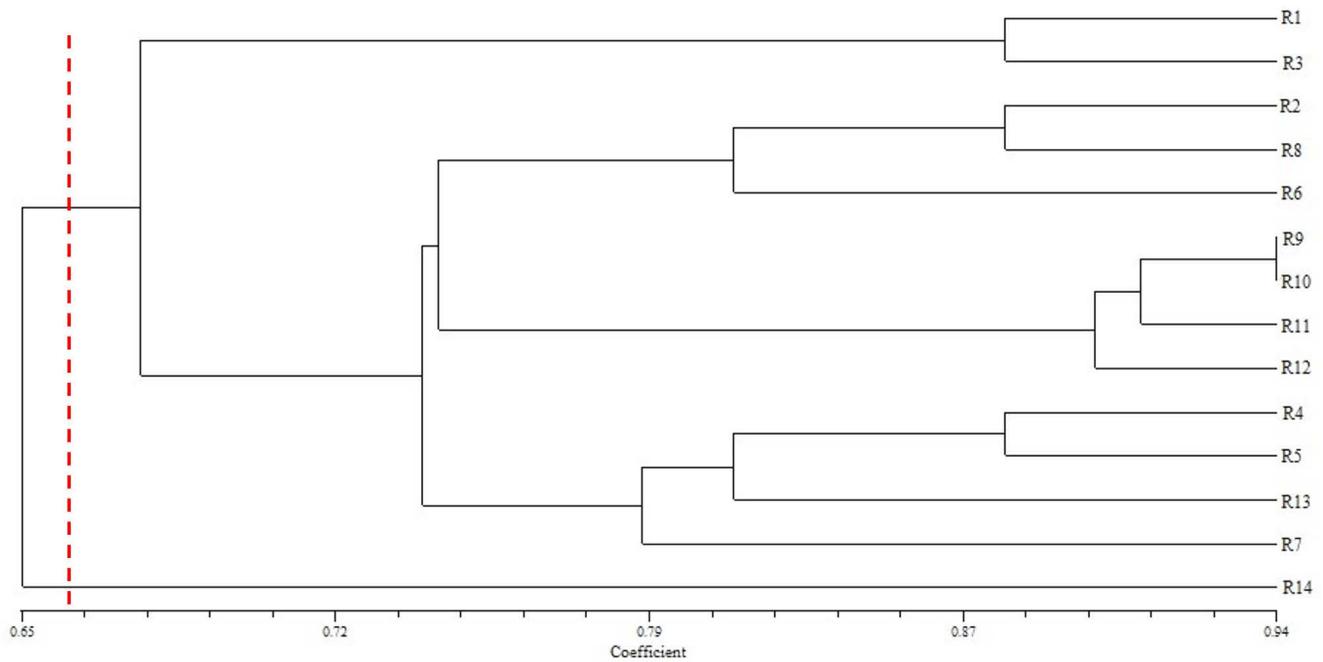


Figura 4. Dendrograma de similitud que agrupa a los 14 sitios/ranchos agropecuarios en relación con las especies de murciélagos que en ellas se registraron, tomando en cuenta la presencia de especies compartidas y exclusivas en cada localidad.

DISCUSIÓN

Riqueza de especies y representación espacial

En este trabajo se encontró el 11.8% a nivel nacional y el 31% a nivel estatal de los murciélagos, además se corroboró la presencia de las especies para el estado (Vargas-Contreras *et al.*, 2014). La riqueza y diversidad de especies de murciélagos podría estar influenciada durante los tres periodos de muestreo, debido a la continua utilización de una sola técnica, la de redes y su colocación. Otra característica importante a señalar es que se realizó en tiempos diferentes (2018, 2020-2021 y 2023), llevándose a cabo los muestreos en las épocas de lluvias y de nortes. Se ha reportado que las especies de murciélagos más abundantes de la familia Phyllostomidae tienen una plasticidad para el uso de diversos sitios para forrajear tal y como se observó en las especies más ampliamente distribuidos y más abundantes *A. jamaicensis*, *A. lituratus*, *S. parvidens* y *D. phaeotis* (Galindo-González *et al.*, 2000). Medellín y Víquez (2014) reportaron que *Centurio senex*, *Carollia perspicillata*, *Carollia sowelli* y *C. subrufa* son las especies más abundantes en sitios con niveles de perturbación intermedio y de acuerdo con Medellín y Víquez (2014) se caracterizan por habitar sitios con presencia de claros, característica distintiva en los sitios de muestreo de este trabajo. Consideramos

que el esfuerzo de muestreo fue insuficiente para detectar a un mayor número de especies de murciélagos, por lo que proponemos realizar más visitas a los mismos ranchos en los meses en los que no se realizaron los muestreos y emplear técnicas complementarias como la detección acústica, una herramienta que aumentaría el inventario en un 40% de las especies insectívoras que son difíciles de capturar con el único método utilizado en este trabajo (Pech-Canche *et al.*, 2010).

Gremios tróficos y su relación con las especies de plantas

De las 32 especies de árboles registrados en el área estudiada, *Solanum erianthum* y *Ficus* sp. son consumidas por 10 y 7 especies de murciélagos respectivamente de las 12 fitófagas, mientras que *Guazuma ulmifolia* es ingerida solo por cuatro especies. Así se documenta una probable relación vinculando a dos gremios tróficos, los nectarívoro-polinívoros y frugívoros, evidenciando el posible forrajeo, su coexistencia y la estructura trófica dentro de la comunidad de murciélagos que pudieran alimentarse de polen, néctar y pulpa.

De acuerdo con la literatura, se puede entender algunas relaciones entre plantas y murciélagos como es el caso de *Bursera simaruba*, que tiene una fenología reproductiva caracterizada por flo-

res y frutos en los meses de marzo, abril y mayo (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2021) de los cuales el néctar es consumido por *Glossophaga mutica* (Sánchez-Casas y Álvarez, 2000) y la drupa por *S. parvidens* (Santos-Altamirano, 2015; Hernández-Canchola y León-Paniagua, 2020). *Solanum erianthum* presenta estructuras reproductivas en casi todo el año a excepción de los meses de junio y julio (CICY, 2010) la pulpa de la baya es consumida por *G. mutica* (Reyes-Velázquez, 2011; Vleut *et al.*, 2013; García-Estrada *et al.*, 2012), la semillas y la pulpa consumidas por *A. lituratus* (Reyes-Velázquez, 2011; Vleut *et al.*, 2013; García-Estrada *et al.*, 2012) y *U. convexum* (Vleut *et al.*, 2013, mientras que solo la semilla por *A. jamaicensis* (Lou y Yurrita 2005, Gonçalves da Silva *et al.*, 2008; Vleut *et al.*, 2013), la baya por *D. phaeotis* (Reyes-Velázquez, 2011); y tanto la semilla como la baya por *C. villosum*, *C. senex*, *C. perspicillata* y *C. sowellii* (Vleut *et al.*, 2013).

Para el caso *Ficus* sp., que presenta estructuras reproductivas en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero (Piedra-Malagón *et al.*, 2006). *G. mutica* consume la semilla (Gonçalves da Silva *et al.*, 2008) y el siconio *A. jamaicensis* (García-Estrada *et al.*, 2012), *D. phaeotis* (Reyes-Velázquez, 2011), *U. convexum*, *Ch. villosum*, *C. senex*, *C. perspicillata*, *C. sowellii* (Lou y Yurrita, 2005; Gonçalves da Silva *et al.*, 2008; Madrid-López, 2013; Vleut *et al.*, 2013). Del árbol *Guazuma ulmifolia* que reproductivamente se encuentra durante todo el año (CICY, 2010), la cápsula es consumida por *A. lituratus* (Castro-Luna y Galindo-González, 2012; Santos-Altamirano, 2015), *A. jamaicensis* (Flores-Martínez *et al.*, 1999; Arias *et al.*, 2009; Castro-Luna y Galindo-González, 2012; Santos-Altamirano, 2015), *Dermanura phaeotis* (Reyes-Velázquez, 2011) y *Sturnira parvidens* (Santos-Altamirano, 2015; Hernández-Canchola y León-Paniagua, 2020). En el caso de *Ehretia tinifolia* que en los meses de febrero hasta septiembre presenta flores y frutos (Niembro-Rocas *et al.*, 2010), solo la drupa es comida por *A. jamaicensis*.

Vitex gaumeri presenta las estructuras reproductivas durante junio hasta diciembre (CICY, 2010) del cual es consumido solo la drupa por *A. jamaicensis* y por *S. parvidens* (Santos-Altamirano, 2015; Hernández-Canchola y León-Paniagua, 2020). Por último, la baya de *Manilkara zapota* que se reporta su fenología reproductiva durante los meses de junio hasta septiembre (Salinas-Pe-

ba y Parra-Tabla, 2007), es consumida por *A. jamaicensis* y *Sturnira parvidens* (Santos-Altamirano, 2015; Hernández-Canchola y León-Paniagua, 2020) y el polen de *Lysiloma latisiliquum* que durante los meses de enero hasta noviembre (Huechacona-Ruiz, 2021) se reporta presencia de flores y frutos como alimento de *A. jamaicensis* (MacSwiney *et al.*, 2017).

Se ha reportado por Castro-Luna y Galindo-González (2012) que *S. parvidens* y *C. perspicillata* son dispensadoras de semillas en la vegetación secundaria y son consideradas entre las especies que más aportan a la recuperación de la vegetación en zonas alteradas del sureste de México. Los sitios de muestreo con más gremios son R1, R7 con frugívoros, nectarívoro y sanguinívoros, mientras que R3, R5 y R13 con frugívoros, insectívoros y nectarívoro.

Las especies insectívoras forrajean tanto por encima del dosel, al interior de la vegetación y en los claros, sin embargo, tuvieron menores probabilidades de ser capturadas, siendo representantes de las tres familias colectadas, Mormoopidae con *Pteronotus mesoamericanus* y *Mormoops megalophylla*, Phyllostomidae con *Lophostoma nicaraguae* y Vespertilionidae con *Myotis elegans* y que probablemente como lo señala Pech-Canche *et al.* (2010) por poseer un sistema de ecolocación más desarrollado que les permite evitar las redes, por lo que, el uso de detectores ultrasónicos podría haber aportado una eficientemente representación en registros de especies de este gremio.

De las tres especies de murciélagos insectívoros, *P. mesoamericanus* es conocido por ser un murciélago que en su dieta incluye artrópodos voladores (Salgado-Mejía *et al.*, 2021), se caracteriza por ser insectívoro aéreo que vuela y caza entre la vegetación (Avila-Torresagatón *et al.*, 2012) y que su principal fuente de alimento son los lepidópteros, dípteros, tricópteros, hemípteros, arañas, blatodeos, coleópteros, himenópteros y efemérotos (Salgado-Mejía *et al.*, 2021; Segura-Trujillo *et al.*, 2022). *Mormoops megalophylla* consume blatodeos y lepidópteros (Segura-Trujillo *et al.*, 2022) y *Myotis elegans* (Whitaker y Findley, 1980) tiene su dieta principalmente de lepidópteros y dípteros (Trujillo, 2014). Tanto *M. megalophylla* como *M. elegans* se caracterizan por ser insectívoros aéreos que vuelan y cazan cerca del sustrato (Avila-Torresagatón *et al.*, 2012). Estas especies se capturaron probablemente por la relación que

tienen los insectos con el ciclo de vida y las épocas de lluvias y que son más abundante como hacen referencia Pescador-Rubio *et al.* (2002), lo cual puede indicar que haya sido la ruta de los murciélagos a los refugios dentro de la vegetación.

Aunque el 92% de los sitios contaban con ganado bovino y ovino, solo se registró el 0.94% de murciélagos sanguinívoros, lo que puede señalar, que el número de individuos capturados por noche estuvo influenciado probablemente a que el ganado estaba concentrado en los corrales distantes de los sitios de muestreo. No se registraron otros refugios como cuevas cerca de cada sitio estudiado.

Aun cuando se confirmó que la distancia no era el factor que determinaba la similitud entre las localidades, dado que son parte de la misma región, varias están asociadas por la presencia de especies de árboles usados como cercas vivas, lo que justifica la coexistencia de las especies de murciélagos asociadas a estas plantas.

Los árboles, incluso los que se encuentran en potreros, juegan un papel fundamental en la conservación de las comunidades de murciélagos. La implementación de sistemas agrosilvopastoriles que incluyan árboles como cercas vivas y un manejo adecuado de especies arbóreas en paisajes agropecuarios es fundamental para proporcionar alimento para murciélagos nectarívoros y frugívoros, además la presencia continua de selva cercana a las áreas agrícolas benefician a los insectívoros que aprovechan la vegetación densa y la abundancia en los claros de insectos y otros artrópodos.

Conservación

En cuanto a *Lophostoma nicaraquae*, no hay información actual sobre las especies de plantas que consume, sin embargo, es considerada sensible a la perturbación (Vargas-Contreras *et al.*, 2008), lo que la ha categorizado como una especie amenazada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019). La captura del único ejemplar de esta especie fue por la cercanía de la red con la vegetación prístina, que de acuerdo con Vargas-Contreras *et al.* (2008) sería un indicador de la conservación de su hábitat. Aunque un solo ejemplar no basta para definir el estado de conservación es un paso para empezar con la evaluación de este (Medellín *et al.*, 2000). Analizando los sitios estudiados como ambientes transformados o perturbados, Vargas-Contreras *et al.* (2008), identi-

fican a *A. jamaicensis*, *A. lituratus*, *D. phaeotis* como las especies más comunes e indicadoras mientras que Schulze *et al.* (2000) consideran a *S. parvidens*, *G. mutica* y *C. perspicillata*, como las mejores indicadoras de la perturbación del hábitat.

Estimadores de riqueza, curva de rarefacción y cobertura de la muestra

Se observa que los estimadores no paramétricos y la curva de rarefacción parecen no alcanzar la asíntota, lo que indica incrementar el esfuerzo de muestreo para conocer la quiropterofauna. Todos los valores de riqueza estimada superan la riqueza observada en todos los ranchos, y ningún estimador no paramétrico alcanzó una asíntota definida y estable. El estimador Bootstrap predice a tres especies más de los observados, Chao 1 hasta cinco e ICE y Jackknife 2 hasta seis especies mientras que los otros estimadores sobreestiman la riqueza (Chao 2 con $n=8$, Jackknife 1 con $n=10$ e ICE elevan a hasta 11 especies). Este trabajo sugiere y n concordancia con Poulin (1998) y Romero-Tejeda *et al.* (2008), que los estimadores Bootstrap, al ser menos variables y no sobrestimar la verdadera riqueza independientemente de la frecuencia de las especies raras en la comunidad, junto con Chao 1, sensible a estas especies, deberían ser considerados los estimadores más precisos de la riqueza de especies para los murciélagos en los ranchos agropecuarios. No obstante, es importante tener en cuenta lo que señalan López-Mejía *et al.* (2017), quienes llevaron a cabo un análisis comparativo de dos métodos para evaluar la proporción de riqueza de especies entre comunidades con murciélagos de selvas y hábitats modificados. En sus resultados determinan que la riqueza de especies en las comunidades de murciélagos no responden a la variación del uso de suelo tal y como se ha observado en trabajos recientes (García-Morales *et al.*, 2013; Montano-Centellas *et al.*, 2015), además de que indican que el 66% de los casos analizados en relación con la riqueza fue menor en los hábitats modificados, particularmente en ambientes deforestados como los pastizales ganaderos. Ahora bien, en este estudio se observó el principio de Colwell y Coddington (1994) quienes señalan que, si existe una mayor superposición de la curva de Coleman con la curva de acumulación de especies observada, se debe reconocer que existe una distribución más aleatoria de las especies. Aunque la cobertura de la muestra de este modelo mostró un

valor alto (con el 97%) esto no indica que el total de las especies ha sido registrado mediante la metodología de muestreo utilizada. Se recomienda llevar a cabo muestreos a escalas más finas de análisis, ya que hay otras herramientas de campo como lo son las grabadoras ultrasónicas o trampas arpa que pueden aumentar aún más el número de especies no registradas en el área de estudio (Murray *et al.*, 1999; O'Farrel y Gannon, 1999; Pech-Canche *et al.*, 2010; Tonos *et al.*, 2014).

Similitudes entre las localidades

Se observa que las similitudes entre las localidades no estuvieron correlacionadas con la cercanía geográfica, sino con los periodos de tiempo climático, las temporadas de lluvias y nortes en el estado, así como con las especies de murciélagos compartidas y las especies exclusivas, además de los árboles que se identificaron y se usan como cercas vivas dentro de los sitios R1 al R12 que fueron seleccionados dentro del proyecto BioPASOS, donde hay una diversidad menor de 12 especies de árboles como cercas vivas y que estarían en el estudio para la re-conversión de ranchos tradicionales a ranchos agrosilvopastoriles. Los cinco grupos comparten a *A. lituratus*. El primer grupo se diferencia con un solo rancho (R14; el ejido Carlos Cano Cruz), en donde se capturaron dos especies exclusivas (*M. megalophylla* y *C. subrufa*) lo que permitió el incremento de la diversidad de especies, y también se registraron 22 especies de árboles que delimitan las áreas agrícolas de la selva mediana subcaducifolia, que se separa significativamente del resto de los otros sitios por ser un área que alterna grandes extensiones de selva mediana subcaducifolia conservada con amplias áreas exclusivas de producción agrícola. El segundo grupo de los sitios R1 y R3 del mismo municipio comparten siete especies y cuentan con un taxón exclusivo cada uno (*D. ecaudata* y *L. nicaraguae*). El tercer grupo conformado por los sitios R9, R10, R11 y R12 son similares por compartir a las dos especies del género *Artibeus* a pesar de que solo comparten cinco especies de árboles los ranchos 9, 10 y 11. El cuarto grupo conformado por los sitios R2, R6 y R8 comparten solo 3 especies frugívoras (*S. parvidens*, *A. lituratus* y *D. phaeotis*) y el quinto grupo con cuatro ranchos R4, R5, R7, R13 son similares por compartir cinco especies incrementando así la diversidad de especies y gremios tróficos. Por último, hace décadas se han realizado prediccio-

nes que sugieren que, en el futuro, la mayor parte de la biodiversidad estará presente en paisajes con algún grado de perturbación, especialmente en la región tropical (Gardner *et al.*, 2009). Por esta razón, no se debe desestimar la importancia de muchas de las áreas modificadas por las actividades humanas, aun cuando no cumplan con las condiciones necesarias para el desarrollo de muchas especies (Hobbs *et al.*, 2009) y alteren la dinámica de las poblaciones de especies silvestres (Cartwright *et al.*, 2014; Turgeon *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

El estudio realizado ha revelado diversas características clave sobre la capacidad de los murciélagos para adaptarse y usar la fragmentación de sus hábitats naturales incluidos los paisajes antropizados. Se ha mostrado que los murciélagos poseen una notable tolerancia a estos cambios, gracias a su habilidad de vuelo en espacios abiertos, lo que les confiere una gran movilidad a través de estos ambientes, así mismo, los árboles que se emplean como cercas vivas pueden ser un factor importante que influyan en las especies de murciélagos que visiten las áreas perturbadas y fragmentadas afectando así a la comunidad de estos mamíferos en esos sitios. Los murciélagos registrados en este estudio tienen una fuerte asociación con especies de árboles utilizados como cercas vivas en estas áreas. Los murciélagos de los tres gremios tróficos analizados son tolerantes a las perturbaciones como oportunistas en cuanto a su alimentación, usados como refugios, o de paso como recurso adicional. Finalmente, las cercas vivas funcionan como un medio o recurso que explica cómo los murciélagos llegan a los claros, cerca del ganado, de los cultivos y amplían su espacio del vuelo.

Agradecimientos

A Tecnológico Nacional de México por el financiamiento del proyecto 16750.23-P "Diversidad, conservación e importancia de los murciélagos en áreas productivas del estado de Campeche". G.A Cab-Paat y S.G. Rodríguez-Santos por la revisión, comentarios y sugerencias para enriquecer el manuscrito. C. Kantún-Pech, B. Castillo-Morales y D. Can Chan por el apoyo en el trabajo de campo. A los responsables del proyecto BioPaSOS ejecutado por el CATIE, por el apoyo en los trabajos de tesis de J. Uco-Polanco y E. Cu-Escamilla. Al Sr. A. Sán-

chez Hernández por las facilidades en el trabajo en el Ejido Carlos Cano Cruz. A I. Reyes Gómez por la traducción del resumen en inglés y finalmente a Y. Domínguez, J. M. Canche Pech y el/la revisor(a) anónimo (a) por las observaciones y recomendaciones realizadas para mejorar el contenido del artículo.

LITERATURA CITADA

- Anthony, E.L.P. 1988. Age determination in bats. Pp. 47-57, en: *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (Kunz, T.H., ed.). Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Arias E., R. Cadenillas y V. Pacheco. 2009. Dieta de murciélagos nectarívoros del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes. *Revista Peruana de Biología*, 16:187-190.
- Arroyo-Cabrales, J., A. González-Christen, D. Canales-Espinosa, F. León-Burgos, M.L. Franco-Morales, L. Navarro-Noriega y J.A. Vargas-Contreras. 2011. *Los murciélagos de Calakmul. Guía Ilustrada*. Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. 1st Edn. México.
- Arroyo-Rodríguez V., R. Arasa-Gisbert, N. Arce-Peña, M.J. Cervantes-López, S.J. Cudney-Valenzuela, C. Galán-Acedo, M.A. Hernández-Ruedas, K.F. Rito y M. San-José. 2019. Determinantes de la biodiversidad en paisajes antrópicos: Una revisión teórica. Pp. 65-112, en: *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. (Moreno C.E., ed.). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México.
- Avila-Torresagatón, L.G., M. Hidalgo-Mihart, y J.A. Guerrero. 2012. La importancia de Palenque, Chiapas, para la conservación de los murciélagos de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83:184-193.
- Bolaños, J., E.Naranjo, G. Escalona-Segura y C. Lorenzo. 2006. *Eumops underwoodii* (Chiroptera: Molossidae) en Campeche. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 10(1): 75-79.
- Borges-Jesús, K.P., J.D. Cú-Vizcarra, G. Escalona-Segura, y J.A. Vargas-Contreras. 2021. Refugios diurnos del murciélago *Rhynchonycteris naso* (Chiroptera: Emballonuridae) en Laguna de Términos, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 69:274-290.
- Brosi, B.J., T.M. Shih y L.N. Billadello. 2007. Polinización biótica y cambios en el uso de la tierra en paisajes dominados por humanos. Pp. 105-135, en: *Evaluación y Conservación de Biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. (Harvey C. y J. Saénz, eds.). InBio.
- Camacho Valdéz, V. y A. Ruiz Luna. 2012. Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, 1:3-15
- Cartwright, S., M. Nicoll, C. Jones, V. Tatayah y K. Norris. 2014. Agriculture modifies the seasonal decline of breeding success in a tropical wild bird population. *Journal of Applied Ecology*, 51:1387-1395.
- Castro-Luna, A.A. y J. Galindo-González. 2012. Seed dispersal by phyllostomid bats in two contrasting vegetation types in a Mesoamerican reserve. *Acta Chiropterologica*, 14:133-142.
- Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). 2010. *Flora Digital de la Península de Yucatán*. <https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/>
- Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. Pp. 87-108, en: *Capital natural de México Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México.
- Chao, A. y L. Jost. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93:2533-2547.
- Chao, A., K.H. Ma y T.C. Hsieh. 2016. *iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity*. Program and User's Guide published at http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/inext-online/.
- Chiarucci A., N.J. Enright, G.L. Perry, B.P. Miller y B.B. Lamont. 2003. Performance of nonparametric species richness estimators in a high diversity plant community. *Diversity and Distributions*, 9:283-295.
- Colwell R.K. y J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London (Series B)* 345:101-118.
- Colwell, R.K. 2013. *EstimateS. Statistical estimation of species richness and shares species from samples*. Version 9. Persistent URL <purl.ocic.org/estimates>
- Cu-Escamilla, E.J. 2022. *Murciélagos frugívoros-nectarívoros asociados a usos de suelo y aspectos etnozoológicos en el estado de Campeche, México*. Tesis de Licenciatura en Biología. Instituto Tecnológico de Chiná. Tecnológico Nacional de México. Secretaría de Educación Pública. Chiná, San Francisco de Campeche, Campeche. México.
- Davies, K.F., C.R. Margules y J.F. Lawrence. 2000. Which traits of species predict populations declines in experimental forest fragments? *Ecology*, 81:1450-1826.
- Denzinger A. y H.U. Schnitzler. 2013. Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Frontiers in Physiology*, 4:1-15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00164>.
- Dzib-Castillo, B., C. Chanatásig-Vaca y N.A. González-Valdivia. 2014. Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85:167-178. <https://doi.org/10.7550/rmb.38706>
- Ellis, E.A., I.U. Hernández Gómez, y J.A. Romero-Montero. 2017. Los procesos y causas del cambio en la cobertura forestal de la Península de Yucatán. *Ecosistemas*, 26:101-111.
- Estrada, A. 2008. Capítulo 12. Fragmentación de la selva y agrosistemas como reservorios de conservación de la fauna silvestre en Los Tuxtlas, México. Pp. 328-348, en: *Evaluación y Conservación de Biodiversidad en paisajes fragmentados de mesoamérica*. (Harvey C. y J. Saénz, eds.). InBio.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 2001a. Bat species richness in live fences and in corridors of residual rain forest vegetation at Los Tuxtlas, México. *Ecography*, 24:94-102.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 2001b. Species composition and reproductive phenology of bats in a tropical landscape at Los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology*, 17:626-646.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 2002. Bat in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, México. *Biological Conservations*, 2:237-245.
- Fenton, M.B., J.O. Whitaker Jr., M.J. Vonnhof, J.M. Waterman, W.A. Pedro, L.M.S. Aguiar y M. Zortea. 1999. The diet of bats from Southeastern Brazil: the relation to echolocation and foraging behaviour. *Revista Brasileira de Zoología*, 16:1081-1085.
- Ferreira-Camarg, N., S.J. Rossiter, D.R. Hemprich-Bennett, H. Fernandes-Magalhães de Oliveira, B. Rodríguez-Herrera y E.L. Clare. 2020. Wing morphology predicts individual niche specialization in *Pteronotus mesoamericanus* (Mammalia: Chiroptera). *PLOS ONE*, 15:5-21.
- Flores, J.S. e I. Espejel. 1994. *Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Etnoflora Yucatanense*. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México.
- Flores-Martínez, J.J., J. Ortega, y G. Ibarra-Manríquez. 1999. Hábitos alimentarios del murciélago zapotero (*Artibeus ja-*

- maicensis) en Yucatán. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 4:22–39.
- Galindo-González, J., S. Guevara, V.J. Sosa. 2000. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical forest. *Conservation Biology*, 14:1693–1703.
- García-Estrada, C., A. Damon, C. Hernández, L. Soto-Pinto y G. Ibarra-Núñez. 2012. Diets of frugivorous bats in montane rain forest and coffee plantations in Southeastern Chiapas, Mexico. *Biotropica*, 44:394–401. <https://doi.org/10.2307/41496011>.
- García-Morales, R., Badano, E. I. y C.E. Moreno. 2013. Response of Neotropical bat assemblages to human land use. *Conservation Biology*, 27:1096–1106.
- Gonçalves da Silva, A., O. Gaona y R.A. Medellín. 2008. Diet and trophic structure in a community of fruit-eating bats in lacandon forest, México. *Journal of Mammalogy*, 89:43. <https://doi.org/10.1644/06-MAMM-A-300.1>
- Gotelli N.J. y R.K. Colwell 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4:379–391.
- Guzmán-Soriano, D., J.A. Vargas-Contreras, J.D. Cú-Vizcarrá, G. Escalona-Segura, O.G. Retana-Guiascón, A. González-Christen, y E. Victoria-Chán. 2013. Registros notables de mamíferos para Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 29:269–286.
- Harvey, C.A., C. Villanueva, J. Villacís, M. Chacón, D. Muñoz, M. López, M. Ibrahim, R. Gómez, R. Taylor, J. Martínez, A. Navas, J. Saenz, D. Sánchez, A. Medina, A. Vilchez, B. Hernández, A. Perez, F. Ruiz, F. López, I. Lang y F.L. Sinclair. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 111:200–230.
- Hernández-Canchola, G. y L. León-Paniagua. 2020. *Sturnira parvidens* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Mammalian Species*, 52:57–70.
- Hernández-Rodríguez, Z.G., M. Castro-Moreno, A.R. González-Esquinca, I. de-la-Cruz-Chacón. 2021. Fenología de *Bursera simaruba* y *Bursera tomentosa* en un bosque tropical seco de Chiapas, México. *Madera y bosques*, 27: e2732246. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2732246>
- Hobbs, R., E. Higgs y J. Harris. 2009. Novel ecosystems: implications for conservation and restoration. *Trends in Ecology and Evolution*, 24:599–605.
- Huechacona-Ruiz, A. 2021. *Caracterización y modelización de los patrones fenológicos de la vegetación en bosques tropicales secos de la Península de Yucatán*. Tesis doctoral. Centro de Investigación Científica de Yucatán.
- Hutchinson, G.E. 1959. Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? *American Naturalist*, 93:145–159.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2017. *Anuario estadístico y geográfico de Campeche, México*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Ags.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2022. *Censo 2022 agropecuario. Resultados oportunos del Estado de Campeche*. Programas de información/Subsistema de Información Económica/Censos /Agropecuarios y Ejidales/Censo Agrícola, Ganadero y Forestal/2022. 31 de mayo de 2023. https://www.inegi.org.mx//contenidos/programas/cagf/2022/doc/CA2022_ROCAM.pdf.
- IUCN 2024. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2023–1. Gland, Switzerland, International Union for the Conservation of Nature. Disponible en: <<https://www.iucnredlist.org/>>. [Consultado el 4 de enero de 2024].
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8:151–161.
- Kunz T.H., E. Braun de Torrez, D. Bauer, T. Lobova y T.H. Fleming. 2011. Ecosystem service provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223:1–38.
- Kurta, A. y T.H. Kunz. 1988. Capture methods and holding devices. Pp. 1–30. en: *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (T.H. Kunz ed.). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Laurence, W.F. 1999. Reflections on the tropical deforestation crisis. *Biological Conservation*, 91:109–117.
- López-Cuamatzi I.L., J. Ortega, S.M. Ospina-Garcés, G. Zúñiga G. y M.C. MacSwiney. 2024. Molecular and morphological data suggest a new species of big-eared bat (Vespertilionidae: *Corynorhinus*) endemic to northeastern Mexico. *PLOS ONE*, 19:e0296275. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296275>
- López-Mejía, M., C.E. Moreno, I. Zuria, G. Sánchez-Rojas y A. Rojas-Martínez. 2017. Comparación de dos métodos para analizar la proporción de riqueza de especies entre comunidades: un ejemplo con murciélagos de selvas y hábitats modificados. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88:183–191.
- Lou, S. y C.L. Yurrita. 2005. Análisis de nicho alimentario en la comunidad de murciélagos frugívoros de Yaxhá, Petén, Guatemala. *Acta Zoológica Mexicana*, 21:83–94. Recuperado en 20 de febrero de 2024, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372005000100003&lng=es&tlng=.
- MacSwiney M.C., B. Bolívar-Cimé, R. Alfaro-Bates, J. J. Ortiz-Díaz, F. M. Clarke y P.A. Racey. 2017. Pollen movement by the bat *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera) in an agricultural landscape in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Mammal Research*, 62:189–193.
- Madrid-López, S.M., A.A. Castro-Luna y J. Galindo-González. 2013. First report of a hard fruit in the diet of *Centurio senex* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Mexico. *Journal of Mammalogy*, 94:628–631.
- Magurran A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell, Oxford.
- Mantilla-Meluk, H. 2014. Defining species and species boundaries in *Uroderma* (Chiroptera: Phyllostomidae) with a description of a new species. *Occasional papers Museum of Texas Tech University*, 325.
- Medellín, R.A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. Pp. 333–354, en: *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Vol. 1. (Medellín, R.A. y G. Ceballos, eds). Publicaciones Especiales Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México, D.F.
- Medellín, R.A., H.T. Arita y O. Sánchez. 2008. *Identificación de los murciélagos de México: Clave de campo*. Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F.
- Medellín, R.A., M. Equihua y M.A. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical Rainforests. *Conservation Biology*, 14:1666–1675.
- Medellín, R.A., y L.R. Viquez. 2014. Los murciélagos como bioindicadores de la perturbación ambiental. Pp. 521–539. *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*. Editorial S y G, México.
- Mejenes-López, S. y A. Vallarino-Moncada. 2016. Diversidad de murciélagos en dos ecosistemas del noroeste de Campeche, México. *AgroProductividad*, 9:22–28. Recuperado a partir de <https://www.revistaagroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/812>
- Meyer, C.F.J., L.M.S. Aguiar, L.F. Aguirre, J. Baumgarten, F.M. Clarke y J.F. Cosson 2015. Species undersampling in tropical bat surveys: effects on emerging biodiversity patterns. *Journal of Animal Ecology*, 84:113–123.
- Montano-Centellas, F., M.I. Moya, L.F. Aguirre, R. Galeón, O.

- Palabral y R. Hurtado, R. 2015. Community and species-level responses of phyllostomid bats to a disturbance gradient in the tropical Andes. *Acta Oecologica*, 62:1-17
- Moreno, C. y E. Pineda. 2015. Evaluación de la diversidad de especies en ensamblajes de vertebrados: un primer acercamiento midiendo y comparando la riqueza de especies. Pp: 115-133, en: *Manual de técnicas del estudio de la fauna*. (Editora S. Gallina Tessaro). Instituto de Ecología, A.C. Publicación en línea: http://www.inecol.edu.mx/inecol/libros/Manual_de_técnicas_del_estudio_de_la_fauna.pdf
- Murray, K.L., E.R. Britzke, B.M. Hadley y L.W. Robbins. 1999. Surveying bat communities: a comparison between mist nets and the Anabat II bat detector system. *Acta Chiropterologica*, 1:105-112.
- Niembro-Rocas, A., M. Vásquez-Torres y O. Sánchez-Sánchez. 2010. *Árboles de Veracruz. 100 especies para la reforestación estratégica*. Secretaría de Educación, Gobierno del Estado de Veracruz.
- O'Farrell, M.J. y W.L. Gannon. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. *Journal of Mammalogy*, 80:24-30.
- Pech-Canche, J.M., C. MacSwiney y E. Estrella. 2010. Importancia de los detectores ultrasónicos para mejorar los inventarios de murciélagos Neotropicales. *Therya*, 1:221-227.
- Pennington, T. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. México, Fondo de Cultura Económica. México.
- Pescador-Rubio, A., A. Rodríguez-Palafox y F.A. Noguera. 2002. Diversidad y estacionalidad de Arthropoda. Pp 183-201, en: *Historia Natural de Chamela*. (Noguera, F.A., J.H. Vega-Rivera, A.N. García Aldrete y M. Quesada, eds.) Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pezo, D. y M. Ibrahim. 1999. *Sistemas silvopastoriles. Colección de módulos de enseñanza agroforestal*. Turrialba, Costa Rica.
- Piedra-Malagón, E.M., R. Ramírez-Rodríguez y G. Ibarra-Manríquez. 2006. El género *Ficus* (Moraceae) en el Estado de Morelos, México. *Acta Botánica Mexicana*, 75:45-75.
- Pineda-López R. 2019. Estimadores de la riqueza de especies. Pp. 159-174, en: *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. (Moreno C.E., ed.) Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México.
- Plasencia-Vázquez, A.H., G. Escalona-Segura, J.D. Cú-Vizcarra, K.P. Borges-Jesús, A. Serrano-Rodríguez, Y. Ferrer-Sánchez y J.A. Vargas-Contreras. 2020. Diversidad de murciélagos en la selva baja inundable del sureste de México. *Revista de Biología Tropical*, 68:623-640.
- Poulin, R. 1998. Comparison of three estimators of species richness in parasite component communities. *Journal of Parasitology*, 84:485-490.
- Proust, S., S. Anta-Fonseca y M. F. Cepeda. 2015. CTC REDD+ de la Península de Yucatán: Análisis de los determinantes de la deforestación y acciones REDD+ en la Península de Yucatán. USAID, REDD+, Con la gente por sus bosques. Recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/pdf/18-analisis-determinantes-deforestacion.pdf>.
- Racey, P. A. 1988. Reproductive assessment in bats. Pp. 31-45, en: *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (Kunz, T. H., ed.). Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Reid, F. 2009. *A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico*. Oxford, England, United Kingdom: Oxford University Press.
- Reyes-Velázquez, S. 2011. *Diversidad y dieta de los murciélagos frugívoros* (Chiroptera: Stenodermatinae) en el Jardín Botánico de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca. Tesis doctoral. Universidad del Mar/Campus Puerto Escondido.
- Rico-Chávez, O., R. Ojeda-Flores, J. Sotomayor-Bonilla, C. Zambrana-Torrelío, E. Loza-Rubio, A. Alonso-Aguirre y G. Suzán. 2015. Diversidad viral de comunidades de murciélagos en paisajes transformados de México. *Veterinaria México OA*, 2:01-23.
- Rohlf, F.J. 1998. *NTSYS-p.c. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System* (Version 2.0). Exeter Software Publishers Ltd., Setauket.
- Romero-Tejeda, M.L., L. García-Prieto, L. Garrido-Olvera y G. Pérez-Ponce de León. 2008. Estimation of the endohelminth parasite species richness in freshwater fishes from La Mintzita reservoir, Michoacán, Mexico. *Journal of Parasitology*, 94:288-292.
- Salgado-Mejía, F., R. López-Wilchis, L.M. Guevara-Chumacero, P.L. Valverde-Padilla, P. Corcuera Martínez del Río, S.L. Porto-Ramírez, I. Rojas-Martínez, y G.A. Sámano-Barbosa. 2021. Caracterización de ensamblajes en murciélagos cavernícolas neotropicales en función de su dieta, morfología del ala y rendimiento de vuelo. *Therya* 12:435-447. <https://doi.org/10.12933/therya-21-1075>
- Salgado-Mejía, F., R. López-Wilchis, L. M. Guevara-Chumacero, P. L. Valverde-Padilla, P. Corcuera Martínez del Río, S. L. Porto-Ramírez, I. Rojas-Martínez, y G. A. Sámano-Barbosa. 2021. Caracterización de ensamblajes en murciélagos cavernícolas neotropicales en función de su dieta, morfología del ala y rendimiento de vuelo. *Therya*. 12:435-447. <https://doi.org/10.12933/therya-21-1075>
- Salinas-Peba, L. y V. Parra-Tabla. 2007. Phenology and pollination of *Manilkara zapota* in forest and homegardens. *Forest Ecology and Management*, 248:136-142.
- Sánchez-Aguilar, R.L. y S. Rebollar-Domínguez. 1999. Deforestación en la Península de Yucatán, los retos que enfrentar. *Madera y Bosques*. 5:3-17.
- Sánchez-Casas, N. y T. Álvarez. 2000. Palinofagia de los murciélagos del género *Glossophaga* (Mammalia: Chiroptera) en México. *Acta Zoológica Mexicana*, 81:23-62.
- Sánchez-Cordero, V., F. Botello, J.J. Flores-Martínez, R.A. Gómez-Rodríguez, L. Guevara, G. Gutiérrez-Granados y Á. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: S496-S504.
- Sánchez-Hernández, C. y M.L. Romero-Almaraz. 1995. *Murciélagos de Tabasco y Campeche: una propuesta para su conservación*. Cuaderno del Instituto de Biología 24. Instituto de Biología, UNAM.
- Sánchez, O. y G. López. 1988. An theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana*, 75: 119-14.
- Santos-Altamirano, D. 2015. *Diversidad, dieta y dinámica poblacional de los murciélagos frugívoros en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca*. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca.
- Schultze, M.D., N.E. Seavy y D.F. Whitacre. 2000. A comparison of the phyllostomid bat assemblages in undisturbed neotropical forest and in forest fragments of a slash and burn farming mosaic in Petén, Guatemala. *Biotropica*, 32:174-184.
- Segura-Trujillo C.A., S.T. Álvarez-Castañeda, S. Castañeda-Rico y J.E. Maldonado. 2022. Taxonomic versus ecological prey traits among arthropodophagous bats: implications for surveying trophic partitioning patterns. *Journal of*

- Mammalogy*, 103:1071-1083. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyac027>
- Segura-Trujillo, C.A. 2022. Los murciélagos también tienen gustos distinguidos. *Therya ixmana*, 1:7-8. https://doi.org/10.12933/therya_ixmana-22-170
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2019. *Modificación del anexo normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental Especies nativas de México de flora y fauna silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. publicada el 30 de diciembre de 2010. Consultado 02 de julio de 2022. SEMARNAT. Diario Oficial de la Federación. México. Available from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019
- Simmons, N.B. y A.L. Cirranello. 2024. *Bat Species of the World: A taxonomic and geographic database*. Version 1.5. Accessed on 04/22/2024.
- Simmons, N.B. y R.S. Voss. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana, a Neotropical lowland rainforest fauna. Part 1, Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 237:1.-219.
- Sosa-Escalante, J.E., J.M. Pech-Canché, M.C. MacSwiney y S. Hernández-Betancourt. 2013. Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84:949-969.
- Stoner K.E., J.A. Lobo, M. Quesada, E.J. Fuchs, Y. Herrerías-Diego, M.Á. Munguía-Rosas, K.A.O. Salazar, C. Palacios-Guevara y V. Rosas-Guerrero. 2007. Efecto de la perturbación del bosque en la tasa de visitas de murciélagos polinizadores y sus consecuencias sobre el éxito reproductivo y el sistema de apareamiento en árboles de la familia Bombacaceae. Evaluación y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. *INBio*. Heredia, CR, 351-372.
- Tonos, J.M., B.P. Pauli, P.A. Zollner y G.S. Haulton. 2014. A comparison of the efficiency of mobile and stationary acoustic bat surveys. *Proceedings of the Indiana Academy of Science*, 123:103-111.
- Torres-Castro, M., N. Cuevas-Koh, S. Hernández-Betancourt, H. Noh-Pech, E. Estrella, B. Herrera-Flores y R. Peláez-Sánchez. 2021. Natural infection with *Trypanosoma cruzi* in bats captured in Campeche and Yucatán, México. *Biomédica*, 41: 131-140.
- Trejo I. y R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 11:2063-2084.
- Trujillo, C.A.S. 2014. *Dieta y gremios tróficos de los murciélagos depredadores de artrópodos de Norte y Centro América*. Doctoral dissertation, Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California, México.
- Uco-Polanco, J.I. 2018. *Murciélagos asociados a usos de suelo en paisajes ganaderos al centro del estado de Campeche*. Tesis de Licenciatura en Biología. Instituto Tecnológico de Chiná. Tecnológico Nacional de México. Secretaría de Educación Pública. Chiná, San Francisco de Campeche, Campeche. México.
- Vargas-Contreras, J.A., G. Escalona-Segura, J.D. Cú-Vizcarra, J. Arroyo-Cabrales y R.A. Medellín. 2008. Estructura y diversidad de los ensambles de murciélagos en el centro y sur de Campeche, México. Pp: 551-577, en: *Avances en el estudio de los mamíferos de México*, Vol.2 Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C.
- Vargas-Contreras, J.A., G. Escalona-Segura, D. Guzmán-Soriano, O.G. Retana-Guascón, H. Zarza y G. Ceballos. 2014. Los mamíferos del estado de Campeche. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 4(1):60-74.
- Vargas-Contreras, J.A., G. Escalona-Segura, J. Arroyo-Cabrales, J. Rendon Von Osten y L. Navarro. 2012. Conservación de Murciélagos en Campeche. *Therya*, 3:53-66. <https://doi.org/10.12933/therya-12-56>
- Vleut I., S.I. Levy-Tacher, W.F. de Boer, J. Galindo-González y L. B. Vázquez. 2013. El manejo de bosques secundarios tropicales influye en la composición, abundancia y consumo de frutos de murciélagos frugívoros en Chiapas, México. *PLoS ONE*, 8:e77584. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077584>
- Whitaker, J.O. y J.S. Findley. 1980. Foods eaten by some bats from Costa Rica and Panama. *Journal of Mammalogy*, 61: 540-544.
- Zamora-Gutiérrez V., A.N. Rivera-Villanueva, S. Martínez-Balvanera, A. Castro-Castro y J. Aguirre-Gutiérrez. 2021. Vulnerability of bat-plant pollination interactions due to environmental change. *Global Change Biology*, 27:3367-3382.