

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



DIVERSIDAD Y REDES DE INTERACCIÓN MURCIÉLAGO-ECTOPARÁSITO
EN DOS ÁREAS CON DIFERENTE USO DE SUELO EN EL SURESTE DE
COAHUILA, MÉXICO

Tesis

Que presenta MITZY AYLIN OLIVERA TRISTE

como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Torreón, Coahuila

Diciembre 2024

DIVERSIDAD Y REDES DE INTERACCIÓN MURCIÉLAGO-ECTOPARÁSITO
EN DOS ÁREAS CON DIFERENTE USO DE SUELO EN EL SURESTE DE
COAHUILA, MÉXICO

Tesis

Elaborada por MITZY AYLIN OLIVERA TRISTE como requisito parcial para
obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con la
supervisión y aprobación del Comité de Asesoría



Dr. Juan Antonio Encina Domínguez
Director de Tesis



Dr. Jorge Enrique Ramírez Albores
Asesor



Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque
Asesor



Dr. Perpetuo Álvarez Vásquez
Asesor



Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Jefe del departamento de Postgrado



Dr. Antonio Flores Naveda
Subdirector de Postgrado

AGRADECIMIENTOS

Al postgrado de mi Alma Mater, por permitirme formar parte de su programa de Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria y darme la oportunidad de crecer como profesionalista.

A mi asesor el Dr. Juan Antonio Encina Domínguez por aceptar ser mi director de tesis, por guiarme y por creer y apoyar el proyecto de investigación.

Al Dr. Jorge Enrique Ramírez Albores por sus enseñanzas y el apoyo en la elaboración de tesis y publicación de artículos.

A la M.C Erika Jasmín Cruz Bazán y al M.C Eber Gabriel Chávez Lugo por adentrarme al mundo de la fauna silvestre y, sobre todo, al mundo de los murciélagos. Gracias por tenerme paciencia, apoyarme en mis muestreos y en la revisión de mi tesis y artículos. Y sobre todo por brindarme su amistad, los quiero y admiro.

Al Dr. José Antonio Hernández Herrera, gracias por su apoyo y brindarme sus conocimientos.

A la facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, por permitirme realizar una estancia académica.

Al Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos por recibirme en sus instalaciones.

Al Dr. Juan Manuel Pech Canché por aceptarme en la estancia académica y brindarme todos sus conocimientos y su amistad. Al Dr. Daniel Sokani Sánchez Montes, a su estudiante Jair y a la Dra. Beatriz Salceda por apoyarme en el proceso de laboratorio y en la identificación de las muestras de ectoparásitos.

A la institución CONAHCYT por la beca otorgada durante el periodo de la maestría.

DEDICATORIA

A mi mamá, abuela, hermana y sobrino, por siempre estar ahí, por motivarme a seguir adelante, este logro es gracias a ustedes y el amor que siempre me dan. Los amo.

Al Ing. Salvador Hernández por ser mi compañero de vida y siempre estar para mí, gracias por darme esa fuerza para seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

ABSTRACT	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hipótesis	3
1.2 Objetivos	3
1.2.1 General	3
1.2.2 Específicos	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Descripción taxonómica de los murciélagos	4
2.2 Distribución geográfica de los murciélagos	4
2.3 Hábitat	5
2.4 Alimentación	5
2.5 Reproducción	6
2.6 Ecolocalización	7
2.7 Importancia ecológica	8
2.7.1 Dispersores de semillas	9
2.7.2 Controladores de plagas	9
2.7.3 Polinizadores	10
2.7.4 Fertilización orgánica	11
2.8 Fobia lunar de los murciélagos y Métodos de captura	11
2.9 Estudio de murciélagos en Coahuila	12
2.10 Especies en estado de conservación en Coahuila	14
2.11 Redes de interacción	15
2.11.1 Interacción ectoparásito-murciélago	16
2.11.2 Medidas de diversidad	17

3. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1 Área de estudio	18
3.1.1 Sitios de muestreo	18
3.2 Trabajo de campo.....	19
3.3 Procesamiento de datos.....	21
3.3.1 Paquete bipartita.....	22
3.3.2 Análisis de redes de interacción.....	22
4. RESULTADOS.....	24
4.1 Riqueza y abundancia de murciélagos y ectoparásitos	24
4.4 Representatividad y acumulación de especies	29
4.2 Diversidad alfa	30
4.3 Diversidad beta	31
4.6 Red murciélagos-ectoparásitos.....	32
5. DISCUSIÓN	35
6. CONCLUSIONES.....	38
7. LITERATURA CITADA	39
8. ANEXOS	49

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Sitios de Grabación Acústica -----	20
Cuadro 2. Especies de Murciélagos por Sitio-----	24
Cuadro 3. Ectoparásitos por Sitio-----	27
Cuadro 4. Especies de Murciélagos-Ectoparásitos-----	28
Cuadro 5. Resumen de Especies de Murciélagos y Ectoparásitos (Sitio, Método y Mes de captura) -----	49
Cuadro 6. Estudios de Especies de Murciélagos en Coahuila-----	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación. A) Estado de Coahuila. B) Municipio de Saltillo y Arteaga. C) Rancho “Los Ángeles” y Ejido Chapultepec.....	18
Figura 2. Abundancia de especies en los dos sitios de muestreo y con ambos métodos	25
Figura 3. Registro mensual de especies de murciélagos por sitio (utilizando ambos métodos).....	26
Figura 4. Especies de murciélagos capturadas mediante redes de niebla	26
Figura 5. Ectoparásitos capturados. 1- Myodopsylla sp. 2- Trichobius sp. Fotos: M. Aylin Olivera-Triste.....	27
Figura 6. Registro mensual de la captura de ectoparásitos	28
Figura 7. Curvas de rarefacción en los dos sitios de muestreo. RLA: Rancho “Los Ángeles”. E. Chapul: Ejido Chapultepec.....	29
Figura 8. Curvas de rango-abundancia de murciélagos en ambos sitios mediante redes de niebla (A) y acústica (B).....	31
Figura 9. Red de interacción bipartita.....	32
Figura 10. Módulos generados en los dos sitios de muestreo. El tamaño del rectángulo determina la frecuencia de interacción	33
Figura 11. Módulo 1: Géneros de ectoparásitos. Módulo 2: Especies de murciélagos (hospederos).....	34
Figura 12. Comparación de especies de murciélagos entre estudios del año 2016-2018 y 2024	51
Figura 13. Sonogramas de los registros para Coahuila. A- Euderma maculatum. B- Myotis ciliolabrum. C- Corynorhinus townsendii. D- Myotis californicus. E- Myotis yumanensis. F- Lasiurus cinereus. G- Myotis thysanodes. H- Nyctinomops femorosaccus. I- Tadarida brasiliensis. J- Eptesicus fuscus	51

RESUMEN

Diversidad y redes de interacción murciélago-ectoparásito en dos áreas con diferente uso de suelo en el sureste de Coahuila, México

Elaborada por MITZY AYLIN OLIVERA TRISTE como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria

Dr. Juan Antonio Encina Domínguez

Director de Tesis

Las interacciones entre murciélagos y ectoparásitos dependen de factores como las condiciones en las que se encuentra el hospedero y de las modificaciones que el hábitat ha sufrido. La riqueza, abundancia y especialización de especies interactuantes son modificadas y afectadas debido a estos factores. Se eligieron sitios con diferente tipo de vegetación y dedicadas a actividades agrícolas al sureste de Coahuila como el rancho “Los Ángeles” y el ejido Chapultepec. Se utilizaron métodos como redes de niebla y acústica para especies de murciélagos y los ectoparásitos fueron colectados manualmente. Los resultados demuestran que la red de interacción murciélago-ectoparásito en el ejido Chapultepec con bosque de pino presenta una mayor riqueza y abundancia de especies de ambos grupos, además, de presentar una alta especialización entre interactuantes, donde destacan solo tres especies de murciélagos y cuatro géneros de ectoparásitos. Por otra parte, el rancho “Los Ángeles”, la riqueza y abundancia de hospederos y ectoparásitos fue menor, al igual que la interacción y especialización, debido a que solo hubo presencia de una especie de murciélago junto con un género de ectoparásito. Debido a la disminución de los sitios de percha en cada sitio, las especies de murciélagos se ven obligados a convivir con otras especies, por lo tanto, promueve la aparición de nuevas interacciones y una disminución en la especialización.

Palabras clave: Ectoparasitismo, Fragmentación, Ecosistemas semiáridos, Conservación, Streblidae.

ABSTRACT

Diversity y bat-ectoparasite interaction networks in two areas with different ly use in the southeast of Coahuila, Mexico

THESIS

Prepared by MITZY AYLIN OLIVERA TRISTE as a partial requirement to obtain the degree of Master of Science in Agricultural Production

Dr. Juan Antonio Encina Domínguez

Thesis Director

Interactions between bats and ectoparasites depend on factors such as the conditions in which the host is located and the modifications that the habitat has undergone. The richness, abundance and specialization of interacting species are modified and affected due to these factors. Sites with different types of vegetation and dedicated to agricultural activities were chosen in the southeast of Coahuila, such as the “Los Ángeles” ranch and the Chapultepec ejido. Methods such as mist nets and acoustics were used for bat species and ectoparasites were collected manually. The results demonstrate that the bat-ectoparasite interaction network in the Chapultepec ejido with pine forest presents a greater richness and abundance of species from both groups, in addition to presenting a high specialization between interactants, where only three species of bats and four stand out. .genera of ectoparasites. On the other hand, at the “Los Angeles” ranch, the richness and abundance of hosts and ectoparasites was lower, as was the interaction and specialization, because there was only the presence of one species of bat along with one genus of ectoparasite. Due to the decrease in roosting sites at each site, bat species are forced to coexist with other species, therefore promoting the emergence of new interactions and a decrease in specialization.

Keywords: Ectoparasitism, Fragmentation, Semiarid ecosystems, Conservation, Streblidae.

1. INTRODUCCIÓN

México es uno de los países reconocidos por su diversidad biológica, ocupa el tercer lugar a nivel mundial en mamíferos con 564 especies agrupadas en 202 géneros, 46 familias y 13 órdenes, esto representa el 13% de la diversidad mundial, además, de ocupar el segundo lugar en especies endémicas con un total de 157 (Ceballos y Olivia, 2005; Ceballos, 2014; Sánchez-Codero *et al.*, 2014). El segundo orden mejor representado son los quirópteros con 140 especies, de las cuales 18 son endémicas. Las familias mejor representadas son: Emballonuridae, Noctilionidae, Mormoopidae, Phyllostomidae, Natalidae, Thyropteridae, Vespertilionidae, Molossidae y Antrozoidae (Medellín *et al.*, 2008; Ceballos, 2014; Ramírez-Pulido *et al.*, 2014). En el norte de México, estados como Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas suman 198 especies de murciélagos (Wilson, 1985; Espinosa-Martínez *et al.*, 2018; Arriaga-Flores *et al.*, 2024). En el caso de Coahuila, tiene un registro de cuatro familias, 18 géneros y 29 especies de murciélagos, siendo el segundo grupo de mamíferos con mayor riqueza a nivel estatal (Espinosa-Martínez *et al.*, 2016; Espinosa-Martínez *et al.*, 2018). En el caso específico de la región sureste del estado, a pesar de que los estudios de murciélagos son nulos, se han reportado cuatro familias, 16 géneros y 24 especies (Espinosa-Martínez *et al.*, 2018; Olivera-Triste *et al.*, 2024).

Los murciélagos es un grupo con gran diversidad y se divide en subórdenes como Megaquiróptera y Microquiróptera (Medellín *et al.*, 2008; Aguilar-Setién y Aréchiga-Ceballos, 2011) y, debido a sus adaptaciones ecofisiológicas, les permiten sobrevivir y adaptarse a distintos ambientes, sus rasgos más peculiares son las alas adaptadas para el vuelo, su sistema de orientación (ecolocalización), regulación térmica y las adaptaciones alimentarias (Medellín *et al.*, 2008; Olivera-Triste *et al.*, 2024). Además, cumplen importantes funciones ecológicas como polinizadores de plantas, dispersores de semillas, controladores de plagas (vertebrados e invertebrados) y fertilización de suelos, siendo un importante aliado en la agricultura por el aporte de nutrientes como fósforo, potasio y calcio, esto porque la diversidad de especies da lugar a murciélagos insectívoros, polinectarívoros, frugívoros, carnívoros, piscívoros y hematófagos (Tuttle y Moreno, 2005; Cerón-Hernández *et al.*, 2023). Sin embargo, son mamíferos susceptibles a cambios

de hábitat, por lo que destacan su potencial como especies bioindicadoras de la perturbación ambiental, con efectos reflejados en sus poblaciones (Medellín *et al.*, 2000; Jones *et al.*, 2009).

Las interacciones entre las especies son importantes en el mantenimiento de los ecosistemas, beneficiando en la regulación del tamaño y estructura poblacional (Rico-Hernández, 2011). Sin embargo, los cambios en los ecosistemas a causa de la actividad humana generan un impacto en la estructura y función de los mismos y de igual manera en las diferentes interacciones (Rico-Hernández, 2011; Budria y Candolin, 2014). Los vínculos que se dan en las interacciones son simbióticos, lo que significa que pueden beneficiarse o perjudicarse, como es el caso del parasitismo, tipo de interacción donde uno de los participantes obtiene beneficios de su huésped, como la obtención de energía y nutrientes, por lo que el hospedero es una pieza importante para la supervivencia y reproducción de poblaciones de parásitos (Quiroz, 2008; Rico-Hernández, 2011). Los murciélagos establecen una relación parásito-hospedero, que, debido a su biología, comportamiento y ecología son considerados buenos hospederos de artrópodos hematófagos (Medellín *et al.*, 2000; Medellín *et al.*, 2008; Liévano-Romero *et al.* 2019). Los parásitos pueden clasificarse con relación a la interacción con su huésped: ubicación del huésped (ectoparásitos o endoparásitos) (Begon *et al.*, 2021) y al número de huéspedes a parasitar (especialista o generalista) (Poulin *et al.*, 2006).

Los ecosistemas han sufrido gran impacto en sus estructuras y funciones como consecuencia de los efectos antropogénicos, ya que han tenido una acelerada expansión debido a las diferentes actividades productivas como lo es la ganadería y la agricultura, principalmente por el reemplazo de bosques por tierras agrícolas y pastizales para ganado (Medellín *et al.*, 2000; Arroyo-Rodríguez *et al.*, 2019; Ferrer-Sánchez *et al.*, 2024), por lo tanto la relación ectoparásito-hospedero también es afectada, por ejemplo, en la dinámica poblacional (Budria y Candolin, 2014), esto nos lleva a entender la respuesta que la biodiversidad tiene ante estos cambios en el hábitat como consecuencia a estas actividades. Estos cambios ambientales inducidos por el humano pueden resumirse en categorías como: cambio climático, cambio de hábitat, contaminación e introducción de especies exóticas, por lo que la supervivencia y prevalencia de las especies de

ectoparásitos dependen de las condiciones en las que su hospedero se encuentre (Budria y Candolin, 2014). Es por eso, que las escalas de análisis y los atributos de paisaje se incrementaron, además de incorporar variables de respuesta a nivel comunidad, como los patrones de ocupación de especies y recientemente las medidas de diversidad alfa, beta y gamma (Arroyo-Rodríguez *et al.*, 2019).

Por lo tanto, para mantener la conservación de la diversidad biológica, es importante evaluar los efectos que las actividades humanas han tenido sobre los patrones y procesos ecológicos, de acuerdo con la distribución, diversidad y abundancia de especies, lo que nos permite conocer el grado de afectación y la toma de decisiones para llevar a cabo la conservación y manejo adecuado de los ecosistemas (Medellín *et al.*, 2000; Budria y Candolin, 2014). Por tal motivo, debido a que los estudios de interacciones murciélago-ectoparásito al norte de México son escasos y que además en la región sureste del estado de Coahuila no se cuentan con estudios sobre la diversidad de murciélagos y su relación con sus ectoparásitos, se planteó como objetivo conocer la diversidad de la quiróptero fauna y su relación con sus ectoparásitos, creando una línea base de información sobre este tema y así poder identificar a futuro los cambios que suceden en esta interacción e inferir en la condición del ecosistema.

1.1 Hipótesis

Los diferentes usos de suelo modifican las redes de interacción murciélago-ectoparásito donde éstas se pueden ver afectadas y presentar pérdida de especies. Estas interacciones pueden llegar a ser más generalistas y presentarán interacciones menos específicas en sitios con un mayor grado de perturbación.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Analizar la diversidad de murciélagos y la interacción con artrópodos ectoparásitos en dos áreas con diferente uso de suelo en el sureste de Coahuila, México.

1.2.2 Específicos

Identificar la riqueza y abundancia de murciélagos y ectoparásitos en dos áreas con diferente uso de suelo.

Analizar la interacción murciélago-ectoparásito en las dos áreas de estudio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción taxonómica de los murciélagos

Las extremidades de los murciélagos son una de las características más distintivas a los demás mamíferos, ya que dan la capacidad de volar. Estas alas son parecidas a las manos de los humanos, pero que además están formadas con una membrana llamada patagio (piel) unida a los dedos a excepción del pulgar, lo que da estabilidad al volar. Además, la membrana que se ubica entre el brazo y antebrazo se llama propatagio. Otro tipo de membrana, pero ubicada en el tobillo y a veces hasta en la cola es el uropatagio, que también ayuda al momento del vuelo y que además para algunas especies sirve como bolsa para la captura de presas y puede ser más visible que en otras (Rodríguez-San Pedro *et al.*, 2014).

Otras de las características distintivas de los murciélagos son la cara y las orejas, que se relacionan con el tipo de alimentación (de acuerdo con sus requerimientos), por ejemplo, los murciélagos cuya principal fuente de alimentación son los insectos, cuentan con un hocico corto, en cambio, los nectarívoros presentan un hocico y lengua larga, esta adaptación les permite alcanzar el néctar en las flores. Las orejas, en algunas especies las tienen más desarrolladas, además de presentar estructuras complejas como el trago (apéndice), que sirve para tener la ubicación exacta de sus presas. Igualmente, la presencia de una estructura nasal (hoja nasal), que suele ser llamativa y característica de algunas especies de la familia Phyllostomidae y que se ve relacionada con la emisión y recepción de la ecolocalización (Rodríguez-San Pedro *et al.*, 2014).

2.2 Distribución geográfica de los murciélagos

Los murciélagos son un grupo de mamíferos con una amplia distribución geográfica, que habitan casi todos los continentes a excepción de los polos y que necesitan sitios que cumplan con sus requerimientos para su descanso, alimentación, protección de depredadores, clima, pero, principalmente la época de reproducción (Rodríguez-San Pedro *et al.*, 2014). En la parte centro y sur de América se concentra la mayor riqueza de especies debido a sus zonas tropicales, países como Colombia, México, Panamá y Venezuela, en conjunto representan un 66% de especies de murciélagos a nivel mundial

(Noguera-Urbano y Escalante, 2014). De esta riqueza, México tiene el 37% con 140 especies distribuidas en el país, con mayor concentración en zonas tropicales, como en las costas de Oaxaca y Chiapas donde se concentran el mayor número de especies registradas, además de tener la mayor cantidad de estudios sobre el grupo en comparación con otros países (Eguiarte, 2006; Noguera-Urbano y Escalante, 2014).

2.3 Hábitat

Los murciélagos se pueden refugiar en distintos tipos de hábitats, como; bosques tropicales y templados, desiertos, matorrales, campos abiertos y sitios urbanos. Estos hábitats pueden variar de acuerdo con los requerimientos necesarios de cada especie. Por lo tanto, la vida y la evolución de las poblaciones de estos mamíferos depende ampliamente de sus refugios (Rodríguez-San Pedro *et al.*, 2014). Éstos, suelen formar grupos con tamaños diferentes, con el fin de resguardarse y protegerse de amenazas, por otro lado, los grupos pequeños tienden a tener más opciones para ocultarse y correr menor riesgo de depredación, en cambio, los grupos grandes suelen ser más vulnerables (Tuttle y Moreno, 2005).

Uno de los factores a tomar en cuenta en el lugar donde se establecen es la temperatura, sobre todo para las hembras en estado de gestación. Aunque, si el refugio no es adecuado en temperatura cálida y el grupo de murciélagos es grande, tienen la capacidad de moderar esa temperatura con el calor corporal de cada uno de los individuos que conforman esa colonia, obteniendo así los requerimientos necesarios. Esas cuevas que habitan las hembras en estado de gestación son llamadas cuevas maternas, por lo que, los murciélagos machos deben formar sus grupos apartados de ellas. En temporada de invierno los murciélagos eligen las cuevas más frías, como consecuencia a que su metabolismo y temperatura bajan, provocando que entren en estado de letargo para conservar la grasa que utilizarán durante el invierno (Tuttle y Moreno, 2005).

2.4 Alimentación

La diversidad dietética de los murciélagos está relacionada con su diversidad morfológica, fisiológica y ecológica, que al igual que cualquier especie es clave para su identificación (Flores y Chumacero, 2010). Por ejemplo, las especies frugívoras, se alimentan de la pulpa

de los frutos o semillas tomadas directamente de la planta o del suelo y son dispersadas durante el vuelo. Existen también, murciélagos hematófagos, llamados vampiros, quienes se alimentan de sangre, sin embargo, solo tres forman parte de este grupo, donde dos se alimentan de sangre de aves y mamíferos pequeños y solo una se alimenta de mamíferos más grandes (diferentes especies de ganado). Especies polínectarívoros, su alimentación se basa en el aprovechamiento de néctar y polen de flores nocturnas que, además, ayudan a la polinización de diferentes plantas, esto debido a su mayor característica morfológica como lo es su hocico más delgado, ya que cuentan con una lengua larga y delgada. También hay presencia de especies carnívoras que se alimentan de pequeños vertebrados terrestres como ratones, lagartijas, aves e incluso de otros murciélagos, además, suelen ser especies más grandes por lo que los hacen diferentes a otras especies, midiendo hasta 1 m de longitud. Existe un 70% de murciélagos que se alimentan de insectos, llamados insectívoros, quienes son cazadores de polillas, zancudos, grillos, arañas, entre otras, considerados importantes depredadores nocturnos. Por último, están los ictiófagos, son especies que se alimentan de peces (Tuttle y Moreno, 2005, Cerón- Hernández *et al.*, 2023).

2.5 Reproducción

El comportamiento de cortejo puede variar en estos mamíferos. En algunas especies, los machos suelen ofrecer espacios en los techos de las cuevas y las hembras deciden si la calidad del sitio que les ofrecen es buena. Sin embargo, en ocasiones la atracción de las hembras no es satisfactorio. El apareamiento ocurre en el mes de marzo y pasando de tres a cuatro meses nacen las crías, entre los meses de junio y julio y, pueden parir entre uno y dos veces al año. Las madres tienen la capacidad de reconocer a su cría a pesar de una extensa población de bebés en las cuevas maternas, esto gracias a su chillido y olor característico. Después de seis semanas las crías crecen alcanzando el tamaño adulto, por consiguiente, aprenden a volar y a comer por si solos (Tuttle y Moreno, 2005). La época reproductiva en estos mamíferos está relacionada con los periodos donde hay mayor disponibilidad de recursos para su alimentación, esto se da durante la estación del año con presencia de lluvias, dando lugar a un mayor número de nacimientos por la disponibilidad de alimento (Hernández-Huerta, 2019).

2.6 Ecolocalización

A pesar de que los quirópteros son nocturnos, cuentan con ojos que les permite una buena visión. Éstos, pueden volar en completa oscuridad sin ningún problema utilizando un sistema de navegación llamado ecolocación o ecolocalización, parecido al sonar. En este sistema se utiliza la boca o nariz para emitir pulsos de sonido generando ecos que regresan y se analizan, dando como beneficio el poder de buscar y capturar insectos para su alimentación, éste se ha desarrollado mejor en el suborden de los microquirópteros (Tuttle y Moreno, 2005; Rodríguez-San Pedro *et al.*, 2014; Langley, 2021). En estas llamadas de ecolocación, la duración de los pulsos tiene una duración de 0.2 a 100 milisegundos y cuentan con una frecuencia de 20 a 200 kHz, producidas por la laringe y se proyectan hacia el exterior por medio de la boca o en ocasiones a través de las fosas nasales. Las llamadas de búsqueda pueden organizarse en secuencias como: llamadas de búsqueda, llamadas de aproximación y llamadas de la fase final de captura (Estrada-Villegas *et al.*, 2018).

Este sistema ha sido perfeccionado por estos mamíferos y varían de acuerdo con el hábitat que los rodea y tomando en cuenta los hábitos alimenticios, por ejemplo, las especies que se alimentan en espacios abiertos emiten pulsos de frecuencias bajas y los ecos son largos, impidiendo que los murciélagos puedan analizarlos (Ortega *et al.*, 2022). Una de las ventajas de estos sonidos emitidos por los murciélagos es que se pueden realizarse diversos estudios de identificación de especies para su ecología, de acuerdo con sus interacciones en su ambiente y conservación principalmente (Saldaña-Vázquez, 2014; Ortega *et al.*, 2022). Además del uso de redes de niebla (método directo) para el estudio de murciélagos, los detectores ultrasónicos (método indirecto) también son una herramienta perfecta para el estudio los sonidos emitidos por éstos (MacSwiney *et al.*, 2008; Pech-Canché *et al.*, 2010).

La información obtenida del sonido que emiten los murciélagos puede ser descrita de manera visual de diferentes maneras como los espectrogramas, espectro de poder y oscilograma, permitiendo entender y describir a detalle lo que los sonidos contienen de acuerdo a las especies (Estrada-Villegas *et al.*, 2018). El espectrograma es una figura que

caracteriza la forma de los sonidos, obteniendo el cambio de frecuencia y el tipo de llamado, entre otras variables a considerar (Estrada-Villegas *et al.*, 2018).

Los murciélagos emiten tipos de señales de acuerdo con las necesidades o labores que éstos ejecutan, como obtener información del ambiente, posición, dirección y velocidad en la que la presa se encuentra. Estas señales pueden clasificarse en Señales de frecuencia constante (CF), llamada larga sobre una frecuencia constante y permite la detección de la presa. Señales de frecuencia modulada (FM), comienzan con una frecuencia alta y va descendiendo, logra codificar información de detección y clasificación de la presa. Señales cuasi-constantes (QCF), es un punto medio de los dos anteriores y sirve para detectar ecos débiles de pequeñas presas (Estrada-Villegas *et al.*, 2018). Por otro lado, en los murciélagos insectívoros es posible determinar su comportamiento de forrajeo gracias a los espectrogramas, identificando los diferentes momentos durante la captura de insectos como la fase de búsqueda, fase de aproximación y fase terminal (Schnitzler y Kalko, 2001; Estrada-Villegas *et al.*, 2018).

2.7 Importancia ecológica

El papel que desempeñan los murciélagos genera un gran impacto en los ecosistemas, considerándose como especies clave en la transformación, estabilidad y especialmente en el funcionamiento de los ecosistemas, formando parte del flujo de energía, nutrientes y en la estructura genética en poblaciones de plantas. Además de proporcionar beneficios directos e indirectos al hombre (como controlador natural de insectos-plaga, dispersores de semillas de cultivos económicamente valiosos como alimento, entre otros) (Zárate-Martínez *et al.*, 2012).

También cumplen un importante rol económico y cultural por las distintas asociaciones simbólicas, como lo hacen con otro tipo de fauna que forman parte de un mecanismo de entendimiento y conexión al mundo natural y espiritual, lo que da identidad al uso y conservación (Retana-Guiascón y Navarro-Ornelas, 2012). De acuerdo con los aspectos económicos, en México es muy relevante en cuestión en la relación con diferentes especies de murciélagos y la familia Agavaceae, considerada como identidad nacional por la obtención de diversas bebidas de importancia cultural (Gómez-Ruiz, 2020). Como es el caso de las especies de murciélagos nectarívoros, que suelen migrar desde el centro de

México hasta diferentes partes de Estados Unidos de América con el objetivo de aprovechar la floración de agaves, beneficiando así el transporte de polen de diversas especies de plantas, principalmente de bosques semiáridos y matorrales desérticos (Gómez-Ruiz y Lacher, 2017).

2.7.1 Dispersores de semillas

La expansión de importantes plantas dentro de la cadena trófica es realizada por estos mamíferos, debido a su capacidad de vuelo, ya que da la facilidad de dispersar semillas causando la regeneración natural de regiones de vegetación. Se catalogan a los murciélagos como los mejores dispersores de semillas, debido a que lo hacen de dos a ocho veces más que las aves. Los frutos que presentan un olor, color y una producción visible, es atraído por los murciélagos que cumplen con este servicio ecosistémico (Zárate-Martínez *et al.*, 2012).

Los murciélagos dispersan las semillas durante el vuelo, especialmente cuando defecan, lo que significa que pueden esparcir y trasladar diferentes semillas durante todo su ámbito hogareño, sobre todo en espacios abiertos donde haya presencia de cierta perturbación, beneficiando a la rehabilitación de esos lugares (Fleming *et al.*, 2009; Kunz *et al.*, 2011; Zárate-Martínez *et al.*, 2012).

2.7.2 Controladores de plagas

Los murciélagos que solo consumen insectos son catalogados como insectívoros, éstos se alimentan de especies nocturnas y pueden llegar a consumir decenas de toneladas de insectos, esto quiere decir que consumen de 50 a 150% más que su peso corporal. Considerados como un efectivo control biológico, ya que pueden regular poblaciones de invertebrados considerados un problema en la agricultura (Zárate-Martínez *et al.*, 2012).

Además de que los insectos-plaga pueden causar un grave daño en los cultivos, son importantes vectores de diversas enfermedades que provocan pérdidas económicas. Debido a que los murciélagos se alimentan de manera natural de estos insectos-plaga, ayudan a la disminución del uso de plaguicidas químicos utilizados por los agricultores, lo que significa un ahorro económico y, sobre todo, un bienestar ambiental (Zárate-Martínez *et al.*, 2012). Por lo anterior, debido a que estos mamíferos voladores se

alimentan de insectos, dan una estabilidad en los ecosistemas. Por ejemplo, se ha comprobado que en bosques tropicales el efecto ha sido positivo en la reducción de insectos herbívoros hasta de un 150% y que por consecuencia influye en la reducción de daño foliar de hasta un 209% (Kalka *et al.*, 2008). Además, combaten insectos-plaga generados por la agricultura, ayudando a disminuir las poblaciones de estos insectos y los productores agrícolas son beneficiados a causa del control de plagas de una manera sostenible, siendo así una alternativa más segura para esta actividad económica (Gándara *et al.*, 2006).

2.7.3 Polinizadores

Los principales beneficios que generan los murciélagos debido a la polinización es la reproducción y regeneración de poblaciones de las especies polinizadas, que influyen directamente en la composición, diversidad y dinámica vegetal, considerados como agentes eficientes de dispersión de polen. Debido a esta relación surge una interacción entre flores de diferentes plantas y estos mamíferos voladores, éstas suelen adaptarse por lo que solo abren por la noche y emiten olores fuertes, produciendo suficiente néctar y polen para cumplir los requerimientos que los murciélagos necesitan para su alimentación (Zárate-Martínez *et al.*, 2012).

En el noreste de México, donde los ecosistemas dominantes son las zonas áridas y semiáridas, existen especies como fuente de néctar para los murciélagos y son las plantas de la familia Agavaceae, que presentan una particularidad y es la presencia de inflorescencia con síndrome floral quiropterófilo, esto significa que los murciélagos son los únicos y más eficientes polinizadores de estas especies que ayudan a prevenir la erosión de suelo y sirven como refugio y alimento de muchas especies de fauna. Es importante mencionar que en el norte del país se albergan tres especies de murciélagos nectarívoros pertenecientes a la familia Phyllostomidae y son: *Choeronycteris mexicana*, *Leptonycteris nivalis* y *Leptonycteris yerbabuena*, las cuales debido a su tipo de alimentación son vulnerables ante la pérdida de hábitat y por tal motivo se encuentran enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como amenazadas. Siendo así, que los murciélagos juegan un papel importante en la conservación de este tipo de vegetación, la cual es utilizada como materia prima para la elaboración de productos artesanales como

bebidas, aguamiel y fibras que ayudan con la economía y sustento familiar de pobladores rurales (Gómez-Ruiz, 2020).

2.7.4 Fertilización orgánica

El guano de murciélago es el producto que gracias a una mezcla de materia orgánica la convierte en orgánico-mineral, es rica por su gran contenido de organismos benéficos como hongos y bacterias que se alimentan de materia orgánica, esto convierte al guano como un efectivo fertilizante rico en fósforo, nitrógeno y potasio, principales minerales necesarios para un crecimiento y desarrollo de las plantas, beneficiando a la disminución de uso de fertilizantes químicos en los diversos cultivos agrícolas (Barroso-Grasa *et al.*, 2011).

El nutriente se obtiene en mayor proporción dependiendo el tipo de hábito alimenticio que presentan los murciélagos, por ejemplo, los que se alimentan de insectos obtienen guano con mayor concentración de nitrógeno siendo benéfico en el desarrollo de las plantas y, por otro lado, los murciélagos con alimentación frugívora generan guano rico en fósforo. Debido a que en ambos casos existe la presencia de microorganismos benéficos y rasgos fungicidas y nematocidas, destacan como biorremediadores, utilizados para la depuración o desintoxicación de suelos, sobre todo en suelos que durante mucho tiempo han tenido aplicación de agroquímicos y se pretende hacer un cambio a suelos orgánicos (Barroso-Grasa *et al.*, 2011; Palma-López *et al.*, 2016).

2.8 Fobia lunar de los murciélagos y Métodos de captura

La luna es el satélite de la Tierra que refleja la luz del sol y las porciones de luminosidad dependen de las fases lunares con relación a la posición de la Tierra y de la luna con respecto al sol (Kriner, 2004). La intensidad de luz que refleja la luna causa un efecto inhibitorio sobre diferentes animales con hábitos nocturnos, esto debido a que pueden presentar una variación en la búsqueda de alimento y la depredación se ve beneficiada. En el caso de los murciélagos, diversos estudios han determinado que las tasas de captura de estos mamíferos se ven reducidas debido a la luz de la luna, por lo que tienen la capacidad de detectar las redes de niebla, igualmente la búsqueda de alimento disminuye (Morrison, 1978; Santos-Moreno *et al.*, 2010; Pech-Canché *et al.*, 2018).

Los murciélagos tienen una peculiar forma de desplazarse y es por eso que es importante establecer técnicas diferentes comparado con otros mamíferos. La más utilizada es la técnica de redes de niebla elaboradas de nylon, considerado un sistema de captura efectivo. Son colocadas a nivel de piso y el número total de redes a colocar va a depender de la disponibilidad de equipo, estado de tiempo, altitud y zona de estudio (Tirira, 1998; MacSwiney *et al.*, 2006; Pech-Canché *et al.*, 2010).

Estos métodos utilizados para la captura de murciélagos se dividen en directos e indirectos, donde las redes de niebla y las trampas arpa son considerados métodos directos, mientras que los detectores ultrasónicos son métodos indirectos (MacSwiney *et al.*, 2008; Pech-Canche *et al.*, 2010). Las redes de niebla son el método más práctico de captura, sobre todo para especies con vuelo más lento y con emisión de frecuencias más bajas (ecolocalización) y las cuales se pueden colocar en espacios abiertos como cerrados con vegetación y cuerpos de agua. Por otro lado, los detectores ultrasónicos son el método indicado para esas especies difíciles de capturar, sobre todo las que tienen la capacidad de detectar y al mismo tiempo evadir las redes de niebla, además de permitir muestreos en áreas más amplias, sin embargo, imposibilita la toma de muestras de las especies (MacSwiney *et al.*; 2008; Pech-Canche *et al.*, 2010; Pech-Canche *et al.*, 2011). Los tipos de llamados que estos mamíferos pueden emitir y que el detector puede procesar son de alimentación y búsqueda, sin embargo, también existen guías especializadas de apoyo que permiten de manera manual determinar las especies detectadas (Estrada-Villegas *et al.*, 2018; Ortega *et al.*, 2022).

2.9 Estudio de murciélagos en Coahuila

Coahuila, de afinidad neártica, es parte de las porciones que conforman el Desierto Chihuahuense, se caracteriza por sus condiciones de aridez y variada fisiografía, ya que es parte de tres provincias. Además, posee diferentes tipos de climas que van desde secos a muy secos, una precipitación de intermedio a escaso y diferentes tipos de vegetación pero que albergan diversas especies de mastofauna (González Aldaco, 2017; Ramírez-Pulido *et al.*, 2018).

En el caso del estudio de quirópteros, de acuerdo con lo realizado por Espinosa-Martínez *et al.* (2016) y Espinosa-Martínez *et al.*, (2018), en Coahuila se tiene un registro de 29

especies, 18 géneros y cuatro familias, donde la mayor parte de los estudios se concentran en el Valle de Cuatro Ciénegas y en el occidente del estado. Otros estudios realizados en el estado (Pérez-Ortiz, 2019; Sánchez-Salinas, 2019; Ambrosio-Antonio, 2021; Vásquez-Hernández, 2021), cuentan con un registro de especies que puede potencializar los datos de riqueza de especies. Sin embargo, en estos existen inconsistencias en los periodos de muestreos, utilización de métodos, identificación taxonómica y distribución de las especies, por lo que estos registros no pueden ser considerados.

Las principales familias son:

Familia Vespertilionidae. Es un grupo amplio que habitan zonas templadas, pero tienen una distribución amplia, que van desde hábitats de bosque tropical hasta desiertos. Se alimentan de insectos, por lo que son denominados insectívoros (Ortega *et al.*, 2022). Su tamaño va de pequeño a mediano, siendo ésta una de sus características principales. Pertenecen al suborden Microquiróptera y se divide en subfamilias como: Antrozoinae, Myotiinae y Vespertilionidae. Su peso se encuentra entre 4 y 50 g, con una longitud entre 3 y 10 cm y con hoja nasal ausente (Álvarez-Castañeda *et al.*, 2015; Ortega *et al.*, 2022).

En el estado se han registrado 19 especies pertenecientes a esta familia: *Myotis auriculus*, *M. californicus*, *M. melanorhinus*, *M. planiceps*, *M. thysanodes*, *M. velifer*, *M. volans*, *M. yumanensis* (de la subfamilia Myotiinae), *Aeorestes cinereus*, *Corynorhinus mexicanus*, *C. townsendii*, *Dasypterus xanthinus*, *Eptesicus fuscus*, *Idionycteris phyllotis*, *Lasiurus frantzii*, *Nycticeius humeralis*, *Parastrellus hesperus*, *Perimyotis subflavus* (Subfamilia Vespertilionidae) y *Antrozous pallidus* (Subfamilia Antrozoinae) (Espinosa-Martínez *et al.*, 2016) (Espinosa-Martínez *et al.*, 2018).

Familia Phyllostomidae. Cuentan con una amplia distribución y tipos de hábitats, desde tropicales húmedos hasta desiertos. Su alimentación puede variar, pero la mayoría se basa en la ingesta de plantas. Su principal característica es la nariz, ya que presentan una hoja nasal o de “lanza”, es por eso que son llamados “murciélagos hoja nasal o de lanza”, además, su cola es corta y suele sobresalir levemente del uropatagio. Pertenecen al suborden Microquiróptera y se divide en las siguientes subfamilias; Carollinae, Desmodontinae, Glossophaginae, Glyphonycterinae, Lonchorhinae, Macrotinae, Micronycterinae, Phyllostominae y Sternodermatinae. El tamaño va de 4 a 14 cm y el peso

de 7 a 200 g (Álvarez-Castañeda *et al.*, 2015; Ortega *et al.*, 2022). Coahuila posee dos especies de la subfamilia Phyllostominae: *Choeronycteris mexicana* y *Leptonycteris nivalis* (Espinosa-Martínez *et al.*, 2016) (Espinosa-Martínez *et al.*, 2018).

Familia Mormoopidae. Su distribución es exclusiva de zonas tropicales y subtropicales. Está conformada por dos géneros y 13 especies, caracterizados ser de hábitos gregarios y cavernícolas. Suelen presentar pelo corto y denso. Pertenecen al suborden Microquiróptera y no se dividen en subfamilias (Álvarez-Castañeda *et al.*, 2015; Ortega *et al.*, 2022). La única especie presente en el estado es, *Mormoops megalophylla* (Espinosa-Martínez *et al.*, 2016; Espinosa-Martínez *et al.*, 2018).

Familia Molossidae. Familia con amplia distribución (casi por todo el país) y presencia en diferentes tipos de hábitats. Tienen como característica la presencia de “cola libre”, esto significa que poseen una cola gruesa y va más allá del uropatagio. Los tamaños de estos murciélagos son medianos (4-13 cm) y su peso va de 6 a 7 gr. Pertenecen al suborden Microquiróptera y solamente se divide en la subfamilia Molossinae (Álvarez-Castañeda *et al.*, 2015; Ortega *et al.*, 2022). En el estado las principales especies de la subfamilia Molossinae son: *Eumops perotis*, *Molossus molossus*, *M. rufus*, *Nyctinomops femorosaccus* y *N. macrotis*. Sin embargo, incluye una segunda subfamilia y es Tadarinae que incluye a la especie *Tadarida brasiliensis* (Espinosa-Martínez *et al.*, 2016; Espinosa-Martínez *et al.*, 2018).

2.10 Especies en estado de conservación en Coahuila

La norma oficial mexicana (SEMARNAT, 2010) y la Lista Roja de la IUCN (2024), indican que en el estado de Coahuila existen especies en peligro de extinción y en peligro como el murciélago cabeza plana (*Myotis planiceps*) considerada una de las especies más raras del mundo por su cráneo aplanado, su pequeño tamaño y por su limitada cantidad de individuos que existen, además de que su distribución en México se encuentra en los límites de los estados de Coahuila, Nuevo León y Zacatecas, en sus hábitats predominan especies del género *Yucca* y especies de *Pinus*. En el año de 1996 esta especie microendémica de México fue catalogada como extinta debido a los fracasos de captura, sin embargo, en el año 2004 fue redescubierta y se incluyó en la lista de especies

vulnerables en la categoría de peligro de extinción (Vargas-García, 2012; Haynie *et al.*, 2016).

Choeronycteris mexicana cuenta con una distribución que va desde el sur de los Estados Unidos de América hasta Centroamérica, por lo que también se ha registrado para el estado de Coahuila, siendo un murciélago de talla mediana (Gómez-Ruiz *et al.*, 2015). Este murciélago se alimenta de néctar y polen, por lo que su dieta se basa en plantas de los géneros *Agave*, *Ceiba*, *Ipomoea*, *Lemnaireocereus* y *Mirtillocaactus*, además de incluir frutos de las cactáceas y algunos insectos asociados a flores (Cajas-Castillo *et al.*, 2015; CONANP, 2021). En cuanto alguna categoría de riesgo por la NOM-059, esta especie se encuentra amenazada y por parte de la IUCN se encuentra casi amenazada (Gómez-Ruiz *et al.*, 2015).

Finalmente, *Leptonycteris nivalis*, especie que está presente en la mayor parte del territorio mexicano y parte del sur de Estados Unidos, al igual de *Choeronycteris mexicana*, es una especie nectarívora, se asocia con especies del género *Agave* e incluida en la categoría de amenazada por la NOM-059 y en peligro por la IUCN (Gómez-Ruiz *et al.*, 2015; Gómez-Ruiz, 2020).

2.11 Redes de interacción

Las especies realizan redes de interacción, ya sea en la polinización, parasitismo, mutualismo, entre otras, donde diferentes niveles tróficos pueden verse implicadas, por lo tanto, son de importancia en comunidades ecológicas, sobre todo en los procesos de evolución, ya que se dividen en dos grandes grupos: interacciones con efectos positivos e interacciones con efectos negativos. Entonces, las redes de interacción son la representación de las interacciones o vínculos entre las especies que constituyen a una comunidad, siendo ésta la red, ayudando a interpretar esos patrones de coexistencia y estructura de comunidades (Proulx *et al.*, 2005; Blüthgen *et al.*, 2008; Martínez-Falcón *et al.*, 2019). Estas redes se pueden expresar de dos maneras, como unipartita y bipartita, la primera evidencia la relación de todas las especies donde pueden interactuar dentro o bien fuera de un mismo nivel trófico y las bipartita se encargan de representar a dos interactuantes en dos distintos niveles tróficos, esto permite el entendimiento de todos los

procesos de estructura y principales funciones de los ecosistemas (Dehling, 2018; Martínez-Falcón, 2019).

2.11.1 Interacción ectoparásito-murciélago

Los murciélagos juegan un importante papel como hospederos de gran diversidad de endoparásitos, ectoparásitos y diferentes agentes patógenos, asociados a las familias Nycteribiidae y Streblidae (moscas de murciélago), Siphonaptera y Heteroptera. En México estas dos primeras familias están conformadas por 59 especies de Streblidae y ocho para Nycteribiidae, las cuales se distribuyen por todo Centroamérica. Uno de los estados donde se han reportado con mayor frecuencia estas familias es en Veracruz, tres con Nycteribiidae (37.8%) y 41 especies de Streblidae (69.5%) respectivamente de acuerdo con la diversidad en el país (Couri, 2011; Cuxim-Koyoc *et al.*, 2018). Estas interacciones dependen de diferentes factores como: el tipo de refugio del murciélago y de las condiciones ambientales que pueden modificar esas interacciones a nivel comunidad (Orta-Pineda *et al.*, 2020).

La especialización de los ectoparásitos sobre los murciélagos depende de la separación geográfica y ecológica que los hospederos presentan, por lo que muestran cierta limitación, ya que algunos grupos pueden ser específicos con algunas especies y otras no tanto. Estas relaciones pueden establecer caracteres filogenéticos de ciertas especies de murciélagos (Dick *et al.*, 2003).

La relación entre ectoparásito-murciélago es considerada una fuerte y significativa relación simbiótica ya que pueden ser parte de ellos gracias a sus adaptaciones desarrolladas sobre su hospedero, además de que los ectoparásitos pueden permanecer durante todo el año o simplemente durante etapas específicas como la gestación o lactancia de su anfitrión (Czenze y Broders, 2011). Este tipo de interacción ha sido originado por adaptaciones evolutivas tanto físicas como fisiológicas que permitirían el desarrollo o adaptación en otras, como es el caso del parasitismo, donde solo uno de los organismos involucrados se ve beneficiado y el otro afectado fisiológicamente. Por lo tanto, los murciélagos juegan el papel de hospedero y los ectoparásitos aprovechan la energía y nutrientes de éstos para su supervivencia y reproducción de sus poblaciones (Reyes-Novelo y Cuxim-Kuyoc, 2020).

2.11.2 Medidas de diversidad

Las medidas de diversidad se utilizan para entender y evaluar los cambios por los que ha pasado la biodiversidad de manera cuantitativa y así poder hacer una comparación con otros ecosistemas. La diversidad alfa, representa la diversidad local de especies en un sitio o comunidad singular (riqueza y equidad). Diversidad beta, representa la magnitud de cambio en la composición de las comunidades (recambio y diferencias en riqueza) y, la diversidad gamma, representa la diversidad total de especies que integran la diversidad alfa y beta (máxima escala a evaluar) (Whittaker, 1960; Gelviz-Gelvez *et al.*, 2019).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el sureste del estado de Coahuila, en estribaciones de la Sierra Madre Oriental con diferencias climáticas (subclimas que van de seco semicálido a templado subhúmedo) y con diversas comunidades vegetales como: matorral submontano, bosques de montaña y zacatal, que dan lugar a una sobresaliente composición mastofaunística (González-Aldaco, 2017; Encina-Domínguez *et al.*, 2018; Ramírez-Pulido *et al.*, 2018) (Figura 1A).

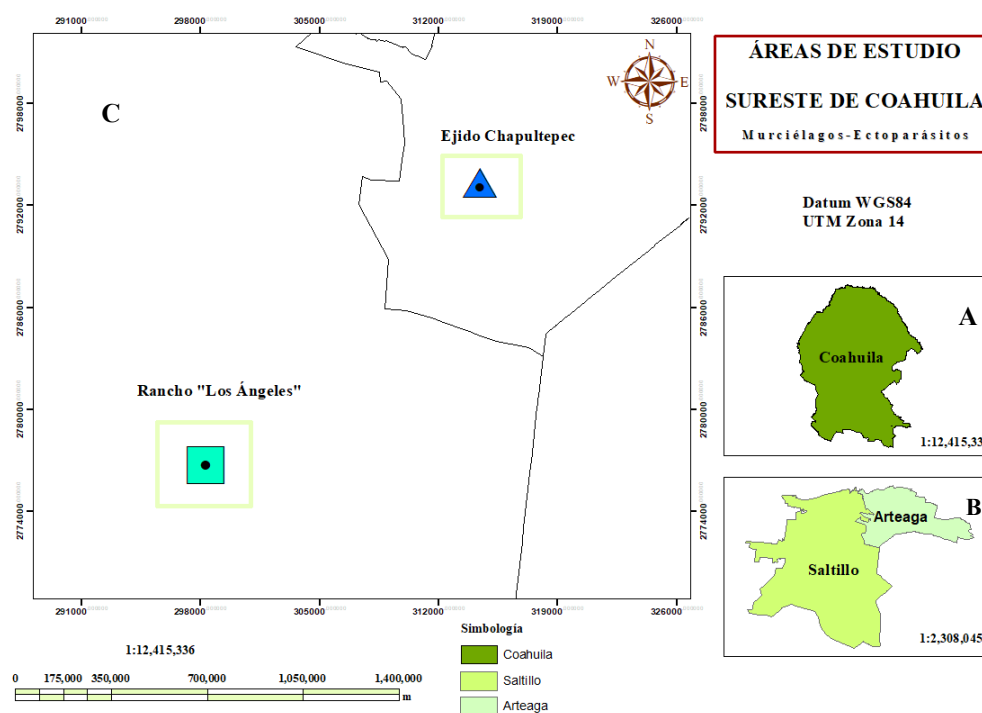


Figura 1. Ubicación. A) Estado de Coahuila. B) Municipio de Saltillo y Arteaga. C) Rancho “Los Ángeles” y Ejido Chapultepec

3.1.1 Sitios de muestreo

El rancho “Los Ángeles” (RLA) con coordenadas 25° 06’ 26.79” N y 100° 59’ 20.21” W, con 2,166 m de altitud, está ubicado en el municipio de Saltillo. Su vegetación está compuesta de zacatal natural y matorral desértico micrófico, propios de clima templado y seco (Juanes-Márquez *et al.*, 2023; Encina-Domínguez *et al.*, 2019) (Figura 1B y C).

El ejido “Chapultepec” (E. Chapul) con coordenadas 25° 14' 43.90" N y 100° 50' 44.65" W y con una altitud de 2,233 m, está ubicado en el municipio de Arteaga. Cuenta con una vegetación dominada por zacatal natural y bosque de pino (Encina-Domínguez *et al.*, 2019) (Figura 1B y C).

Ambos sitios de muestreo dedicados a actividades agrícolas y ganaderas, con diferente tipo de vegetación y con presencia de cuerpos de agua artificial, siendo estos lugares los más frecuentados por los murciélagos debido a que van en busca de alimento (CONANP, 2013a).

3.2 Trabajo de campo

Cada sitio fue georreferenciado mediante un GPS de la marca Garmin GPSMAP 62.

Captura de murciélagos por redes de niebla. Las capturas se realizaron mensualmente, a partir del mes de abril a septiembre de 2023, durante la noche en un periodo de 6 h y considerando las fases lunares (luna nueva), debido a la fobia lunar que estos mamíferos presentan (Morrison, 1978; Santos-Moreno *et al.*, 2010; Pech-Canché *et al.*, 2018). Se utilizaron redes de niebla o redes de nylon, consideradas la técnica más eficiente en la captura de murciélagos. Éstas se colocaron tomando en cuenta la mejor hora de actividad nocturna, que es entre las 8:00 pm y 12: 00 pm (Tirira, 1998; Pech-Canché *et al.*, 2010; Pech-Canché *et al.*, 2011).

En ambos sitios se utilizaron tres redes de niebla, dos con medidas de 12 m de largo por 2 m de alto y una con 6 m de largo y 2 m de alto, casi rodeando el cuerpo de agua y revisando cada 30 minutos (Pech-Canche *et al.*, 2011; Estrella *et al.*, 2014). Posterior a la captura, los individuos capturados deben ser removidos con precaución con el uso de guantes de carnaza para evitar cualquier percance y no causar daño al ejemplar. Al momento de removerlos, se deben desenredar primero las patas y cola, seguido de la cabeza y por último las alas (Finnemore y Richardson, 2004). Posterior a esto, es necesario colocar a los individuos en bolsas de manta y trasladarlos al área de manipulación para su examinación, toma de medidas morfométricas, identificación y extracción de ectoparásitos. Se usaron claves dicotómicas y guías especializadas para obtener una adecuada identificación (Medellín *et al.*, 2008; Álvarez-Castañeda *et al.*, 2015).

Un método importante que considerar es el marcaje de especies, esto con el fin de facilitar la identificación y permitir el seguimiento de éstos. Existen diferentes tipos de marcadores que pueden utilizarse en las capturas de mamíferos y éstos se dividen en tres grupos: permanentes, semipermanentes y temporales. En este estudio se utilizó un marcaje temporal con el uso de crayones de uso ganadero de la marca All-Weather Paintstik que no contienen sustancias tóxicas que puedan perjudicar al individuo. Este tipo de marcaje tiene como característica la duración de un periodo corto y consiste en pintar ciertas partes o porciones de pelo (Tirira, 1998). Finalmente, después de realizar la captura de los ejemplares, se realizó el registro fotográfico con una cámara profesional Canon EOS Rebel T3 y posterior a esto los individuos fueron liberados en el sitio de captura.

Acústica. Las grabaciones se realizaron a partir del mes de noviembre de 2023 hasta marzo de 2024 donde se dividió cada área en cuatro puntos específicos para llevar a cabo las grabaciones (Cuadro 1). Éstas se efectuaron en cinco noches de muestreo en cada sitio establecido (10 en total), con grabaciones de 10 minutos y se almacenaron en el dispositivo móvil con número y modelo Samsung A11 SM-A115M. Se utilizó el detector Echo Meter Touch 2 Pro de la compañía Wildlife Acoustics (MacSwiney *et al.*, 2008; Pech-Canché *et al.*, 2010; Pech-Canché *et al.*, 2011).

Cuadro 1. Sitios de Grabación Acústica

Rancho “Los Ángeles”			
Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
297321.0 6 E	299491.2 E	299446.3 E	296140.3 E
2776299.2 N	2775995.6 N	2778317.6 N	2778767.4 N
Ejido Chapultepec			
Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
313290.7 E	315495.6 E	314272.9 E	314096.8 E
2793225.5 N	2793558.3 N	2794066.3 N	2793395.7 N

Coordenadas UTM (Zona 14N)

Extracción de ectoparásitos. Se realizó una revisión visual y con la ayuda de una pinza con punta fina los ectoparásitos fueron retirados y colocados en tubos Eppendorf de 1.5 ml con alcohol etanol al 70% para conservar (Bezerra *et al.*, 2016). Además, de agregar

una etiqueta con los datos del hospedero para ser identificados posteriormente en el laboratorio de Parasitología Veterinaria de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana.

Trabajo de laboratorio. Todas las muestras obtenidas fueron revisadas con un estereoscopio para confirmar la presencia de ectoparásitos. Una vez identificadas de manera visual, fueron separadas en moscas, ácaros y pulgas, y cada individuo fue perforado del abdomen con el fin de que el ADN quedara expuesto para después colocarlo en un tubo sin alcohol y agregando Cheelex (540 μ l), dejando reposar por 3 h. Pasado el tiempo, fueron retiradas únicamente las pulgas y colocadas en una placa con NaOH (Hidróxido de Sodio) durante 6 h, con la finalidad de clarificar y ser sexadas. Las muestras se retiran del NaOH para después colocarlas en ácido acético al 8% por 15 min, seguido de un lavado con agua por 15 min más, prosiguen lavados con alcohol al 70%, 80% y 96% cada uno por 15 minutos. Al final, los tubos se dejan reposar en alcohol al 96% por un día completo. Posteriormente, es importante montar cada ejemplar en portaobjetos y cubreobjetos, éstos previamente lavados y secos, se agrega una gota de bálsamo de Canadá al centro del portaobjeto y se coloca el individuo, después, se coloca el cubreobjetos de manera uniforme. Se mantiene en una superficie plana durante unos minutos y después, es necesario observar en el estereoscopio para confirmar el sexo. Finalmente, las muestras se resguardan en una caja especial (Krantz, 1978). La identificación taxonómica de las especies de ectoparásitos se basó bajo los criterios de Hopkins y Rothschild (1956), Wenzel (1976) y Salceda-Sánchez (2004).

3.3 Procesamiento de datos

Se evaluó la riqueza y abundancia de especies de murciélagos mediante medidas de biodiversidad (alfa, beta y gamma). Para el análisis de cada grabación (sonogramas) se utilizó el programa BatSound 4.2, generando los espectrogramas para confirmar el registro de cada una de las especies de murciélagos (MacSwiney *et al.*, 2008; Pech-Canché *et al.*, 2010). Posteriormente los datos fueron procesados en el software online iNEXT, versión en línea basada en R, que permite la interpolación y extrapolación de la diversidad de especies, basada en números de Hill, permitiendo obtener e interpretar los estimadores de riqueza, abundancia, curvas y cobertura de muestreo (Chao *et al.*, 2024).

Para los ectoparásitos, se calcularon índices parasitarios de acuerdo a los parámetros utilizados por Bush *et al.*, (1997) como Prevalencia (número de hospederos infestados/número de hospederos colectados), Abundancia (número de individuos de una especie de ectoparásito/total de hospederos colectados) y, Intensidad de infestación (número de individuos de una especie de ectoparásito/número de individuos de hospederos infestados). Posteriormente se interpretó la red de interacción utilizando RStudio (R Core Time, 2020).

3.3.1 Paquete bipartita

Para este estudio es importante identificar qué tipo de red se estudiará, en este caso se trata de una red bipartita, donde hay una interacción entre dos niveles tróficos. Para interpretar los patrones de la red, es necesario el uso de RStudio (R Core Time, 2020), una de las principales herramientas que ayuda al cálculo de índices de biodiversidad para describir estos patrones, plasmar gráficos que representan a las especies interactuantes, la unión entre una especie y otra y el total de las interacciones entre especies, que al mismo tiempo representan el tamaño de esa interacción (Dormann, 2008; Martínez, 2022).

3.3.2 Análisis de redes de interacción

De acuerdo con la base de datos, se crearon tablas dinámicas, donde las especies de murciélagos se colocan en las filas y los géneros de ectoparásitos en columnas, las cuales servirán para generar las redes de interacción de tipo bipartita, donde los dos grupos son llamados nodos. Estos nodos están conectados entre sí mediante unas líneas que representan la interacción existente entre ellos, además, el grosor de ésta representa la intensidad de la interacción (Cardona-Orozco, 2020). Para evaluar y analizar los patrones de las redes de interacción murciélago-ectoparásito es importante identificar los parámetros a utilizar en el paquete bipartite y “network” en RStudio (R Core Time, 2020).

Conectancia (C). Parámetro que mide las interacciones en la red, está ampliamente enlazado con el grado de riqueza de especies de una comunidad y el tamaño de la red. Utilizando los valores, 0 (no conectado) y 1 (interactuando entre sí), se obtienen de multiplicar la riqueza de especies de murciélagos por la riqueza de especies de ectoparásitos (Beltrán y Traveset, 2018).

Diversidad de interacciones (H'). Mide la diversidad de un sistema, relacionado con la especialización de la red y se calcula a partir del índice de Shannon (Beltrán y Traveset, 2018).

Especialización de la red ($H2'$). Los valores a considerar van de 0 a 1, donde los valores cercanos a 0 significan que la red está muy poco especializada (especies generalistas) y los valores cercanos a 1 nos indica que la red está muy especializada (especies especialistas) (Beltrán y Traveset, 2018).

Superposición de nicho (NO). Ayuda a medir el promedio de similitud de las interacciones, mediante el índice de Morisita-Horn, con los valores, 0 (especies que no comparten nicho ecológico) y 1 (superposición de nicho entre especies) (Beltrán y Traveset, 2018).

Modularidad. Determina la existencia de especies que interactúan estrechamente con un grupo de menor tamaño (número de especies) que con el resto de la comunidad (Dormann *et al.*, 2018; Martínez-Falcón *et al.*, 2019).

4. RESULTADOS

4.1 Riqueza y abundancia de murciélagos y ectoparásitos

El esfuerzo de muestreo en el monitoreo de murciélagos para ambos métodos fue de 2700 h-sito. Se capturaron 93 individuos que pertenecen a 17 especies y agrupados en tres familias (Vespertilionidae, Phyllostomidae y Molossidae) (Figura 2). La familia mejor representada fue Vespertilionidae con 12 especies, lo que representa el 71% de las capturas, mientras que la familia Molossidae con cuatro especies el 23% y la familia Phyllostomidae con una especie, representa el 6%. En el ejido Chapultepec se registraron 15 especies, de las cuales seis fueron registradas exclusivamente en este sitio. Mientras que en el rancho “Los Ángeles”, se registraron 11 especies y solo con dos especies exclusivas (*Lasiurus intermedius* y *Eumops perotis*). Los meses con mayor número de capturas fueron febrero, marzo y junio (Cuadro 2, Figura 3 y 4).

Cuadro 2. Especies de Murciélagos por Sitio

Familia	Especie	Número de Individuos		Total	NOM-059
		Rancho “Los Ángeles”	Ejido Chapultepec		
Vespertilionidae	<i>Corynorhinus townsendii</i>	1	5	6	
	<i>Eptesicus fuscus</i>	7	1	8	
	<i>Euderma maculatum</i>	1	1	2	Pr
	<i>Idionycteris phyllotis</i>	3	2	5	
	<i>Lasiurus cinereus</i>	0	3	3	
	<i>Lasiurus intermedius</i>	1	0	1	
	<i>Myotis planiceps</i>	0	5	5	P
	<i>Myotis thysanodes</i>	2	18	20	
	<i>Myotis californicus</i>	9	9	18	
	<i>Myotis ciliolabrum</i>	0	1	1	
	<i>Myotis yumanensis</i>	5	7	12	
	<i>Myotis melanorhinus</i>	1	3	4	

Continuación.

Molossidae	<i>Eumops perotis</i>	1	0	1	
	<i>Nyctinomops macrotis</i>	0	1	1	
	<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	0	1	1	
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	3	1	4	
Phyllostomidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	0	1	1	A
Total		34	59	93	

Enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: **A:** Amenazada, **P:** En Peligro de Extinción y **Pr:** Sujeta a Protección Especial

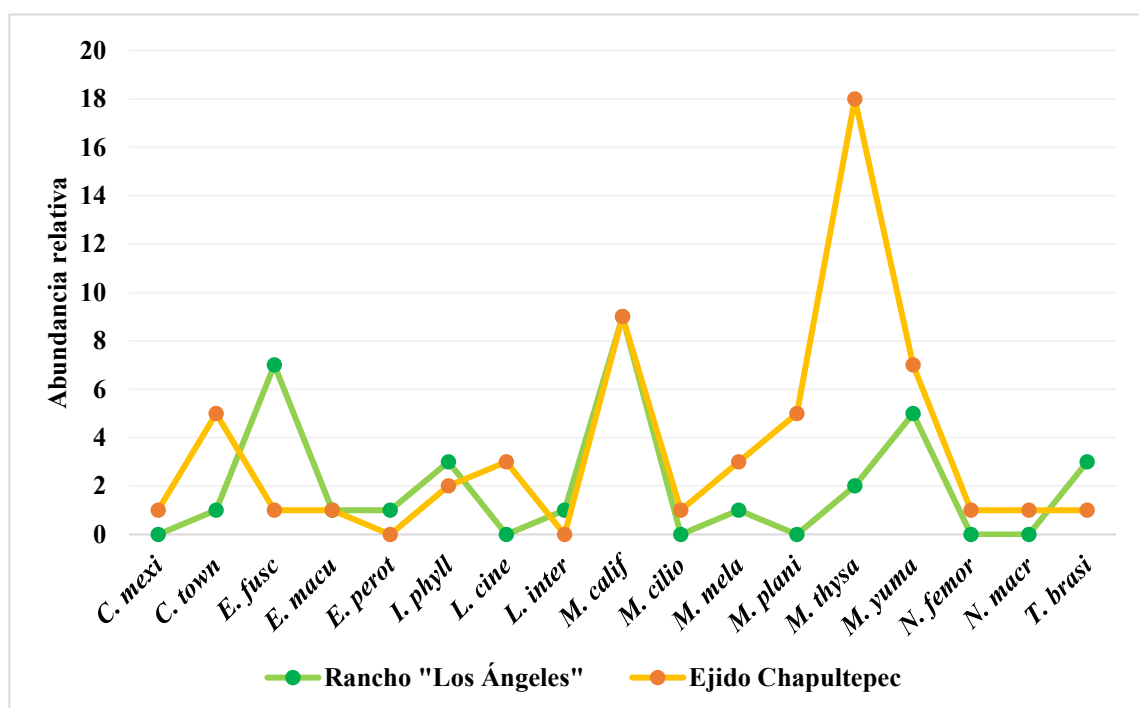


Figura 2. Abundancia de especies en los dos sitios de muestreo y con ambos métodos

C. mexi: *Choeronycteris mexicana*. *C. town*: *Corynorhinus townsendii*. *E. fusc*: *Eptesicus fuscus*. *E. macu*: *Euderma maculatum*. *E. perot*: *Eumops perotis*. *I. phyll*: *Idionycteris phyllotis*. *L. cine*: *Lasiurus cinereus*. *L. inter*: *Lasiurus intermedius*. *M. calif*: *Myotis californicus*. *M. cilio*: *Myotis ciliolabrum*. *M. mela*: *Myotis melanorhinus*. *M. plani*: *Myotis planiceps*. *M. thysa*: *Myotis thysanodes*. *M. yuma*: *Myotis yumanensis*. *N. femor*: *Nyctinomops femorosaccus*. *N. macr*: *Nyctinomops macrotis*. *T. brasi*: *Tadarida brasiliensis*.

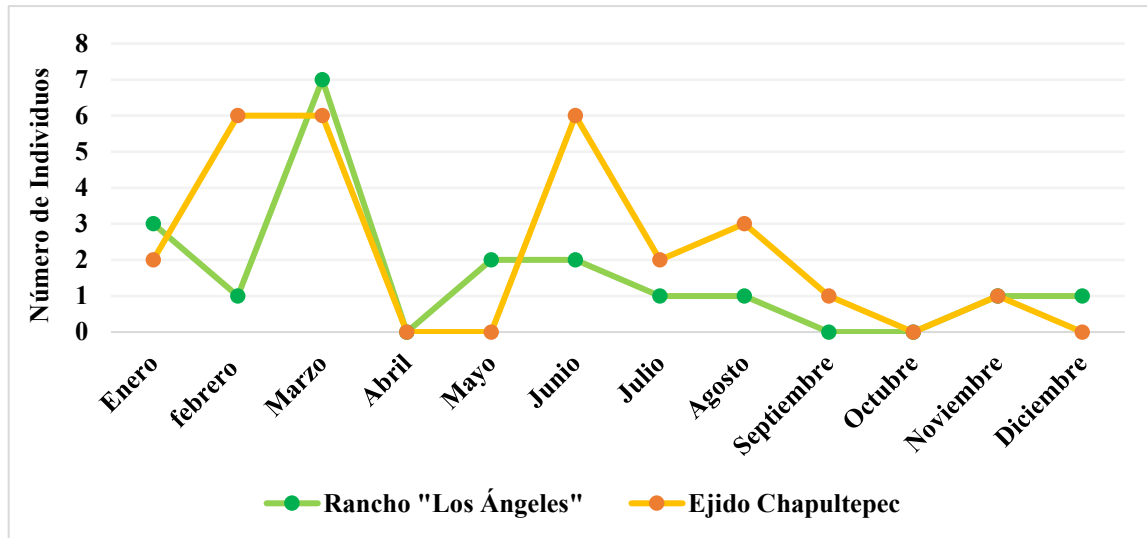


Figura 3. Registro mensual de especies de murciélagos por sitio (utilizando ambos métodos)



Figura 4. Especies de murciélagos capturadas mediante redes de niebla

1- *Myotis melanorhinus*. 2- *Corynorhinus townsendii*. 3- *Idionycteris phyllotis*. 4- *Eptesicus fuscus*. 5- *Myotis planiceps* (*En peligro de extinción) 6- *Myotis thysanodes*. 7- *Choeronycteris mexicana* (**Amenazada). Fotos: Eber G. Chávez-Lugo

De acuerdo con los géneros de ectoparásitos, se registraron 26 individuos y cuatro géneros, agrupados en tres familias (Strebliidae, Ischnopsyllidae y Spinturnicidae), donde ambos sitios comparten solo un género de la familia Strebliidae (Cuadro 3, Figura 5). La presencia de ectoparásitos se registró en especies de murciélagos como: *Corynorhinus townsendii*, *Myotis planiceps* y *M. thysanodes* (Cuadro 4). Además, junio y agosto fueron los meses mayor captura de ectoparásitos (Figura 6).

Cuadro 3. Ectoparásitos por Sitio

Familia	Género	Número de Individuos		Total
		Rancho "Los Ángeles"	Ejido Chapultepec	
Strebliidae	<i>Anastrebla sp</i>	0	4	4
	<i>Trichobius sp</i>	4	4	8
Ischnopsyllidae	<i>Myodopsylla sp</i>	0	9	9
Spinturnicidae	<i>Spinturnix sp</i>	0	5	5
Total		4	22	26

Presencia de tres familias de ectoparásitos y cuatro géneros

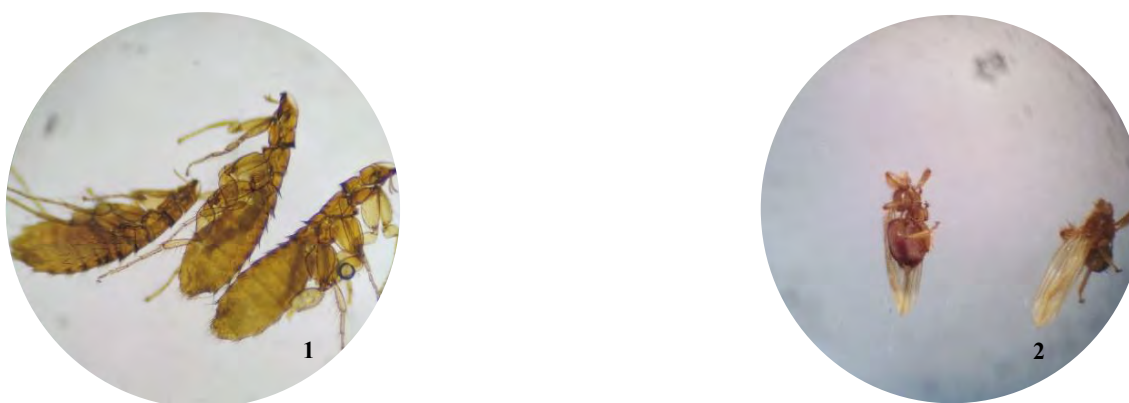
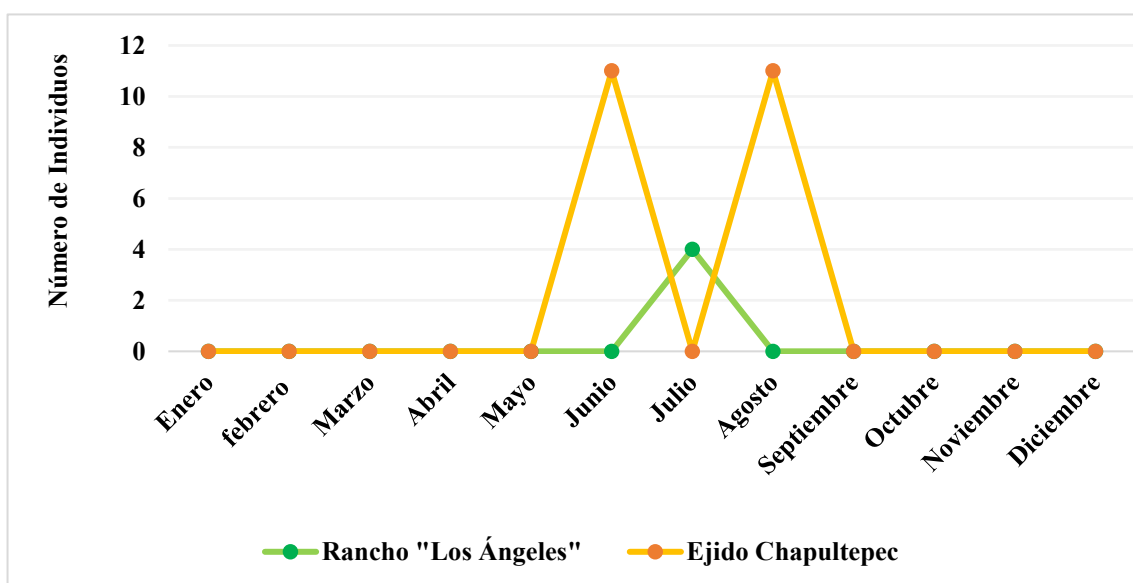


Figura 5. Ectoparásitos capturados. 1- *Myodopsylla sp.* 2- *Trichobius sp.* **Fotos:** M. Aylin Olivera-Triste

Cuadro 4. Especies de Murciélagos-Ectoparásitos

Género	Hospederos			Total
	<i>Corynorhinus townsendii</i>	<i>Myotis planiceps</i>	<i>Myotis thysanodes</i>	
<i>Anastrebla sp</i>	0	2	2	4
<i>Trichobius sp</i>	8	0	0	8
<i>Myodopsylla sp</i>	0	2	7	9
<i>Spinturnix sp</i>	1	2	2	5
Total	9	6	11	26

Presencia de los géneros de ectoparásitos hacia los murciélagos hospederos

**Figura 6.** Registro mensual de la captura de ectoparásitos

De acuerdo con el coeficiente de correlación de Pearson calculado con las variables de riqueza y abundancia de murciélagos, se tiene una relación positiva ($p = 0.31$), lo que significa que, al aumentar una variable, la otra también aumenta. En cambio, con las especies de ectoparásitos se registra una relación negativa de ($p = -0.42$), por lo tanto, sucede lo contrario, debido a que al aumentar una variable causa una disminución en la otra (Roy-García *et al.*, 2019).

4.4 Representatividad y acumulación de especies

El ejido Chapultepec con la riqueza de especies (15), constituye el 88% del total de las especies registradas en el estudio (17), en cambio, en el rancho “Los Ángeles” constituye el 64% con 11 especies.

La curva de acumulación de especies indica un esfuerzo de muestreo de 85% para el rancho “Los Ángeles” y un 88% para el ejido Chapultepec, lo que significa que, tanto los esfuerzos de muestreo como la riqueza de especies pueden aumentar. Por lo tanto, de acuerdo a los estimadores no paramétricos se sugiere incrementar el número de noches de muestreo para aumentar al 20 y 15 número de especies (Escalante-Espinosa, 2003) (Figura 7).

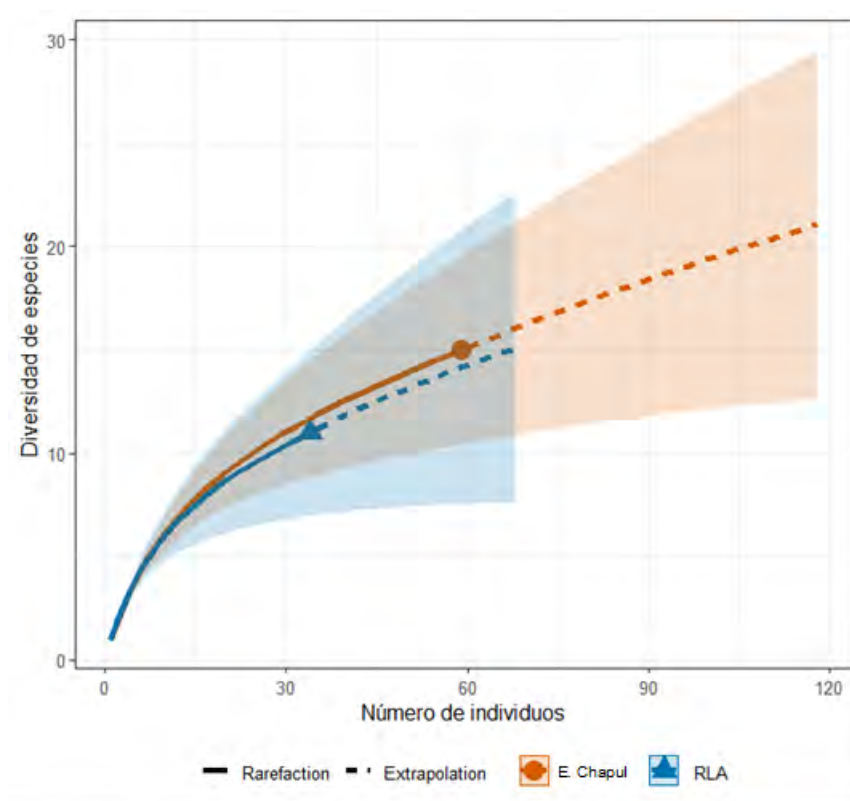


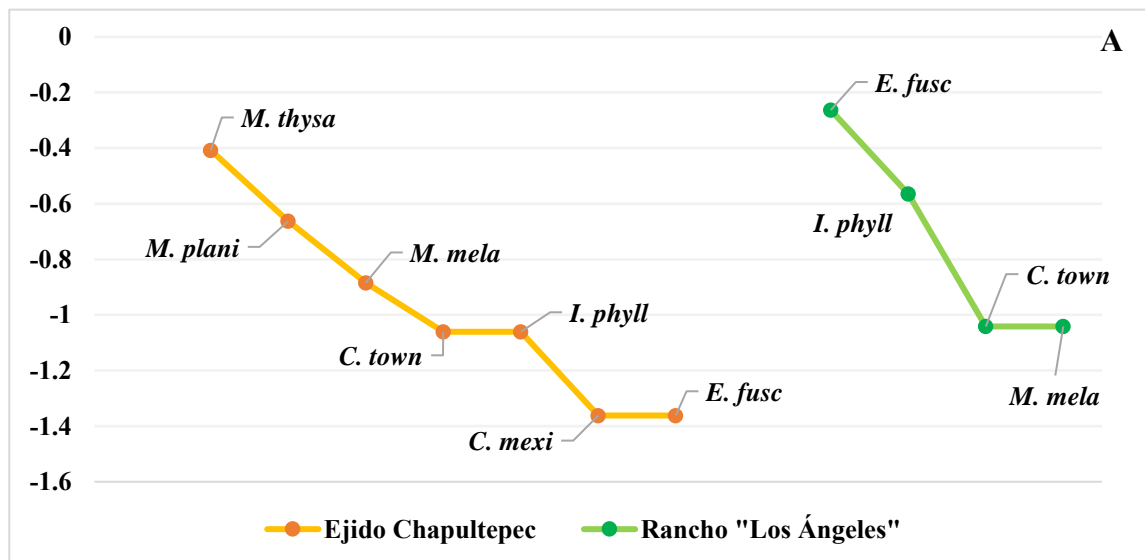
Figura 7. Curvas de rarefacción en los dos sitios de muestreo. RLA: Rancho “Los Ángeles”. E. Chapul: Ejido Chapultepec

4.2 Diversidad alfa

En el ejido Chapultepec se registraron 59 individuos pertenecientes a 15 especies de murciélagos y 22 ectoparásitos pertenecientes a cuatro géneros. Mientras que en el rancho “Los Ángeles”, una riqueza de 11 especies de murciélagos y una abundancia de 34 individuos y para los ectoparásitos solo un género con cuatro individuos (Cuadro 1, Anexos).

La especie de murciélago más abundante en el ejido Chapultepec fue *Myotis thysanodes*, con el 31% de las capturas totales, seguido de *M. californicus* con 15%, siendo las menos abundantes *Eptesicus fuscus*, *Euderma maculatum*, *Idionycteris phyllotis*, *M. ciliolabrum*, *Nyctinomops macrotis*, *N. femorosaccus*, *Tadarida brasiliensis* y *Choeronycteris mexicana*. Por su parte en el rancho “Los Ángeles”, la especie más abundante con 27% de las capturas totales fue *M. californicus*, seguido de *E. fuscus* con 21% y las menos abundantes fueron *Corynorhinus townsendii*, *Euderma maculatum*, *Lasiurus intermedius*, *Myotis thysanodes*, *M. melanorhinus* y *Eumops perotis*.

La comparación de las gráficas rango-abundancia entre ambos sitios, muestran que el rancho “Los Ángeles” se tiene una mayor equitatividad por la presencia de menos número de especies raras con ambos métodos de muestreo (Figura 8).



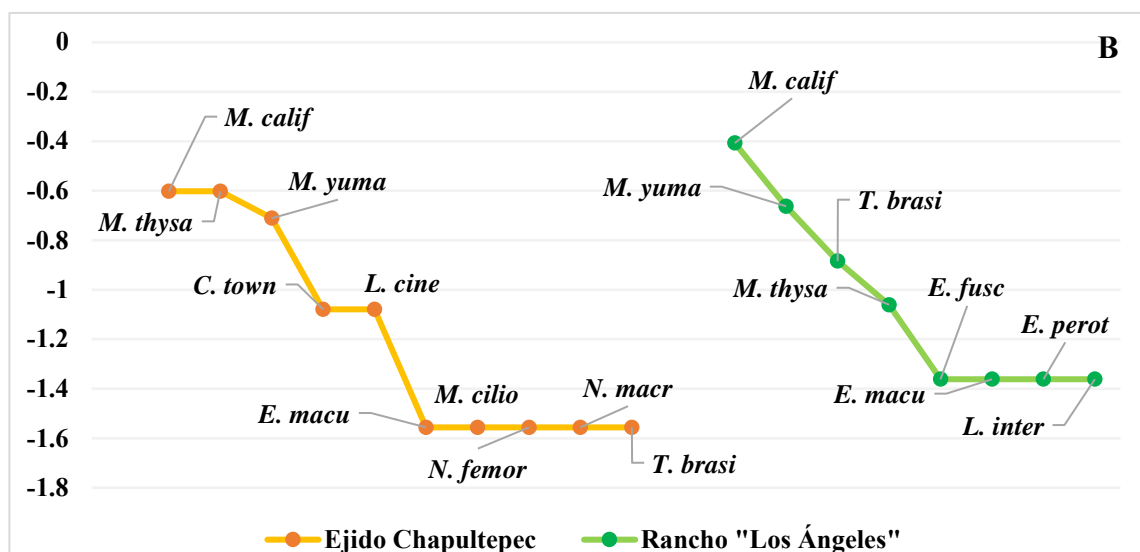


Figura 8. Curvas de rango-abundancia de murciélagos en ambos sitios mediante redes de niebla (A) y acústica (B)

C. mexi: *Choeronycteris mexicana*. *C. tonw*: *Corynorhinus townsendii*. *E. fusc*: *Eptesicus fuscus*. *E. macu*: *Euderma maculatum*. *E. perot*: *Eumops perotis*. *I. phyll*: *Idionycteris phyllotis*. *L. cine*: *Lasiurus cinereus*. *L. inter*: *Lasiurus intermedius*. *M. calif*: *Myotis californicus*. *M. cilio*: *Myotis ciliolabrum*. *M. mela*: *Myotis melanorhinus*. *M. plani*: *Myotis planiceps*. *M. thysa*: *Myotis thysanodes*. *M. yuma*: *Myotis yumanensis*. *N. femor*: *Nyctinomops femorosaccus*. *N. macr*: *Nyctinomops macrotis*. *T. brasi*: *Tadarida brasiliensis*

4.3 Diversidad beta

La diversidad beta indica que ambos sitios comparten nueve especies (69.2%), las especies compartidas son: *Corynorhinus townsendii*, *Eptesicus fuscus*, *Euderma maculatum*, *Idionycteris phyllotis*, *Myotis thysanodes*, *M. californicus*, *M. yumanensis*, *M. melanorhinus* y *Tadarida brasiliensis*.

4.5 Índices parasitarios

Se calculó una prevalencia del 23%. Una abundancia de 26% con el género *Myodopsylla* sp (con una mayor frecuencia en *Myotis thysanodes*) y 23% con *Trichobius* sp (con una mayor frecuencia en *Corynorhinus townsendii*). Además, *Myotis planiceps* y *M. thysanodes* presentan una intensidad de infestación con *Myodopsylla* sp de 1.4, mientras que el hospedero *Corynorhinus townsendii* presentó una intensidad de infestación de 4 con el género *Trichobius* sp.

4.6 Red murciélagos-ectoparásitos

Conectancia. En la red del ejido Chapultepec, se esperaban 60 interacciones potenciales, pero, registró solamente ocho con una conectancia de 0.66. Lo anterior representa el 13.33%. En el caso del rancho “Los Ángeles”, se esperaban 11 interacciones potenciales, sin embargo, se registró solamente una con una conectancia de 0.09, lo que representa un 9.09%.

Diversidad de interacciones (H'). El ejido Chapultepec registró una diversidad de interacción de 1.32 y para el rancho “Los Ángeles” fue de 0.

Especialización de la red (H2'). Se observó que el ejido Chapultepec se obtuvo un valor de especialización de 0.83, donde tres de las 17 especies de murciélagos interactuaron con los cuatro géneros de ectoparásitos y el rancho “Los Ángeles” no obtuvo un valor de especialización debido al tamaño de la red (Figura 9).

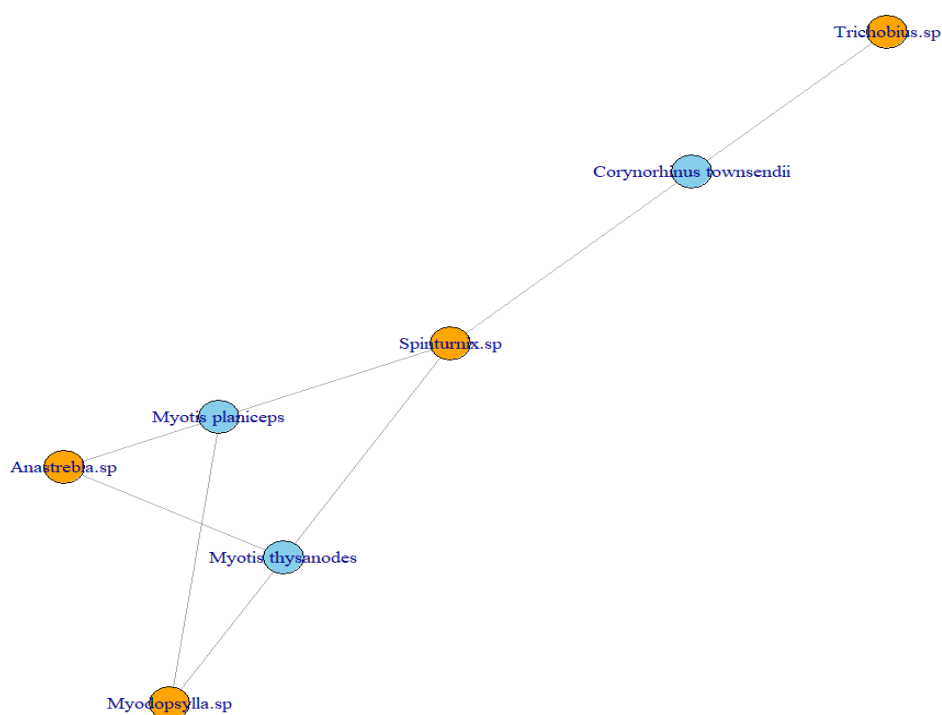


Figura 9. Red de interacción bipartita Murciélagos-ectoparásitos.

Superposición de nicho (NO). La superposición de nicho para los murciélagos en ambos sitios fue de 0.0002 y de ectoparásitos fue de 0.0013, por lo tanto, el resultado indica que las especies no comparten nicho ecológico.

Modularidad. Se registró una modularidad con un valor de $Q = 0.39$ entre ambos sitios. En el módulo uno, incluye a *Corynorhinus townsendii* que interactúa exclusivamente con los ectoparásitos *Spinturnix sp* y *Trichobius sp*, lo que sugiere un nivel moderado de especialización con una asociación limitada con ectoparásitos (Figura 10). En el módulo dos se encuentran las especies *Myotis planiceps* y *M. thysanodes*, ambos asociados con los ectoparásitos *Myodopsylla sp*, *Spinturnix sp* y *Anastrebla sp*, por lo tanto, se ubican en un mismo módulo y comparten los mismos ectoparásitos, pero reflejando una menor especificidad (Figura 11).

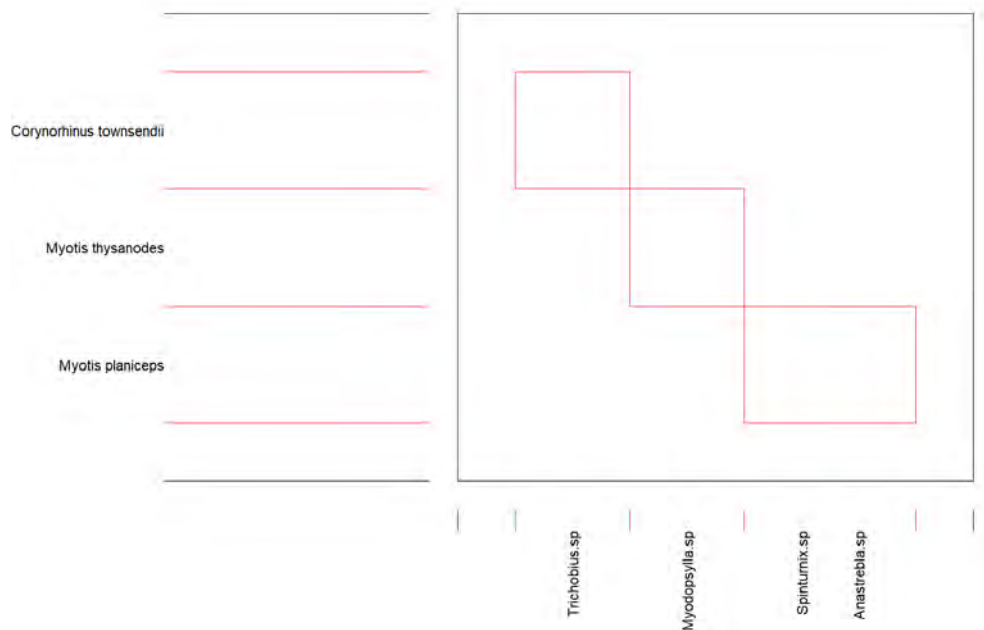


Figura 10. Módulos generados en los dos sitios de muestreo. El tamaño del rectángulo determina la frecuencia de interacción

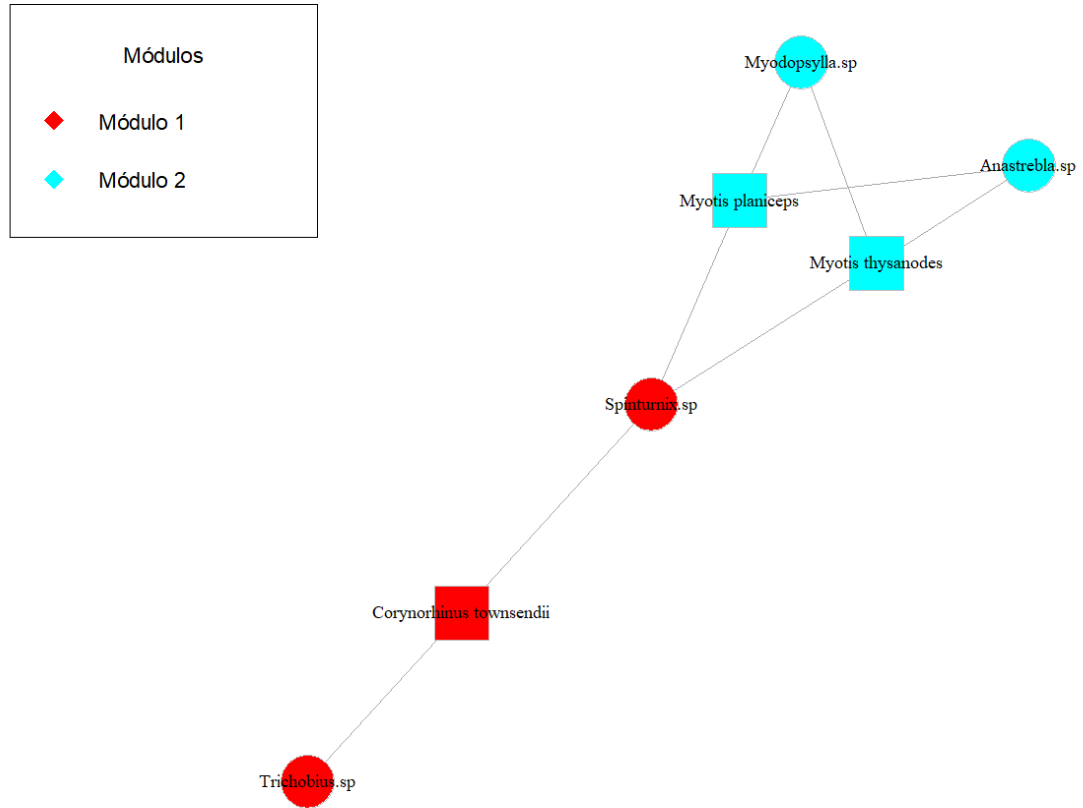


Figura 11. Módulo 1: Géneros de ectoparásitos. Módulo 2: Especies de murciélagos (hospederos)

5. DISCUSIÓN

La riqueza de especies de murciélagos obtenida en ambos sitios fue de 17 especies, que representa el 58.6% de lo reportado para Coahuila (Espinosa-Martínez *et al.*, 2016; Espinosa-Martínez *et al.*, 2018, Olivera-Triste *et al.*, 2024). Cabe mencionar que al estudio se adicionan tres especies como nuevos registros, por lo tanto, actualmente se pueden describir 32 especies de murciélagos para el estado de Coahuila (Espinosa-Martínez *et al.*, 2016; Espinosa-Martínez *et al.*, 2018; Olivera-Triste *et al.*, 2024) (Cuadro 2 y Figura 1A y B, Anexo).

De acuerdo con la abundancia de especies de murciélagos, la diferencia fue notoria (25 individuos), esto es debido a que en el ejido Chapultepec con vegetación de bosque de pino tiene mayor disponibilidad de sitios de percha, beneficiando las comunidades de murciélagos (Olivera-Triste *et al.*, 2024). De manera similar con la riqueza y abundancia de ectoparásitos y, debido a que éstos se relacionan con la cantidad de individuos hospederos, los resultados demuestran que el ejido Chapultepec presentó mayor abundancia tanto de especies de ectoparásitos como de murciélagos, brindando una mayor probabilidad de interacción entre ambos organismos (Poulin, 2010; Cardona-Orozco, 2020). Sin embargo, de acuerdo a los resultados de intensidad de infestación, éstos son bajos con relación a otros trabajos, en donde se han recolectado de 13 hasta 112 de especies de ectoparásitos por individuo de hospedero (Whitaker, Duff y Bellwood, 2000; Tlapaya-Romero *et al.*, 2024).

La mayor diversidad de interacciones se presentó en el ejido Chapultepec debido a la riqueza de especies hospederas. De acuerdo con los parámetros de conectancia en el ejido Chapultepec se tuvo una conectancia media, sin embargo, ambos sitios presentaron interacciones potenciales muy bajas a las esperadas (Beltrán y Traveset, 2018; Cardona-Orozco, 2020). Para el caso de la especialización, el ejido Chapultepec tiende a ser generalista de acuerdo con los valores establecidos por Beltrán y Traveset, (2018), mientras que el rancho “Los Ángeles” no obtuvo un valor de especialización debido al tamaño de la red, por lo tanto, la riqueza de especies y conexiones se ven afectadas (Blüthgen *et al.*, 2006; Poulin *et al.*, 2006; Luna *et al.*, 2017). Los resultados de conectancia y especialización coinciden con estudios realizados en sitios con bosque de

pino, debido a que son sitios más conservados, por lo tanto, permiten el albergue de una mayor riqueza de especies de murciélagos (Cardona-Orozco, 2020; Tlapaya-Romero *et al.*, 2024). En cuanto al resultado de modularidad, es posible que el módulo uno (*Corynorhinus townsendii* en relación con los ectoparásitos *Spinturnix sp* y *Trichobius sp*) esté influenciada por factores como la fisiología, el hábitat o los refugios específicos del hospedero, debido a que suelen ser individuos solitarios que se pueden encontrar en cuevas, minas o túneles (Kunz y Martín, 1982; CONABIO, 2023).

De los géneros de ectoparásitos como, *Trichobius* (Streblidae) se asocian a hospederos de la familia Vespertilionidae como *Eptesicus fuscus*, *Corynorhinus mexicanus*, *C. townsendii*, *Myotis keaysi*, *M. velifer* y *Nycticeius humeralis* (Villegas-Guzmán *et al.*, 2005; Cuxim-Koyoc *et al.*, 2018; Tlapaya-Romero *et al.*, 2024). Sin embargo, en el estudio solo se obtuvo asociación con la especie de *C. townsendii*, esto puede deberse a que habitan perchas permanentes como cuevas (Villegas-Guzmán *et al.*, 2005). Por otro lado, *Anastrebla* (Streblidae) y *Spinturnix* (Spinturnicidae), ambos se asocian con especies de la familia Phyllostomidae (*Artibeus jamaicensis*, *Carollia subrufa*, *Desmodus rotundus*, entre otros) (Sheeler-Gordon y Owen, 1999; Orta-Pineda *et al.*, 2020), además, *Spinturnix* también se ha asociado a la especie *Corynorhinus mexicanus* de la familia Vespertilionidae (Villegas-Guzmán *et al.*, 2005); mientras que en este estudio ambos géneros de ectoparásitos solo presentaron asociación con especies de la familia Vespertilionidae (*Corynorhinus townsendii*, *Myotis planiceps* y *M. thysanodes*). Finalmente, otro ectoparásito como *Myodopsylla sp*, se han encontrado asociación con especies de la familia Vespertilionidae como *Myotis albescens*, *M. levis* y *M. riparius* (Claps y Autino, 2012). A diferencia de otros estudios, en el presente estudio se registró asociación con *Myotis planiceps* y *M. thysanodes*. Esto significa que el ectoparásito tiende a parasitar hospederos de cuevas (Mora *et al.*, 2018). Los estudios antes mencionados han registrado sus resultados en bosque, pastizal, selvas y cultivos de gramíneas forrajeras (Cuxim-Koyoc *et al.*, 2018; Orta-Pineda *et al.*, 2020; Tlapaya-Romero *et al.*, 2024). La región de estudio en el sureste del estado de Coahuila se suma a otros estados como Tamaulipas, Sonora y Baja California con presencia del ectoparásito *Spinturnix sp* (GBIF, 2013).

Es importante considerar las especies de murciélagos que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que han registrado la presencia de algún ectoparásito, como es *Myotis planiceps*, especie que se encuentra en peligro de extinción debido a la reducción de hábitat (CONANP, 2013b) y que registró interacción con tres géneros de ectoparásitos (*Spinturnix*, *Anastrebla* y *Myodopsylla*), por lo tanto, estas interacciones pueden sumarse a los factores causantes de esta reducción de sus poblaciones (Vargas-García, 2012).

Otros estudios han demostrado que la riqueza de especies de murciélagos y ectoparásitos son mayores en sitios con una mayor conservación de sitios (Cardona-Orozco, 2020; Tlapaya-Romero *et al*; 2024). Por lo tanto, en el presente estudio, las condiciones del hábitat y los meses de captura en ambos sitios determinó la riqueza y abundancia de ambos grupos, igualmente los patrones de redes de interacción entre ellos.

6. CONCLUSIONES

El presente trabajo es el primer estudio de interacciones murciélago-ectoparásito en Coahuila, lo que resalta la importancia de los resultados obtenidos como el registro de nuevas interacciones entre hospederos y ectoparásitos, como es el caso de los géneros *Anastrebla* y *Spinturnix* asociados solamente con hospederos de la familia Vespertilionidae. Además del género *Myodopsylla* asociado con el hospedero en peligro de extinción (*Myotis planiceps*). Lo anterior da pauta a incrementar la información de las interacciones entre organismos, por tanto, nuestro estudio ayuda a investigaciones posteriores a evaluar mejor la dinámica de las poblaciones, así como sus interacciones.

Se necesitan más estudios sobre la riqueza regional de murciélagos y con ello la ecología de la interacción que existe entre murciélagos y ectoparásitos. Por lo tanto, es importante continuar con este tipo de estudio en la zona sureste de Coahuila, pues se comprobó que hasta el momento cuenta con más especies de murciélagos que pueden sumarse a las descritas para el estado, igualmente con las especies de ectoparásitos.

7. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Setién, A., y Arechiga-Ceballos, N. (2011). Los murciélagos: ¿Héroes o villanos? *Revista Ciencia*, 62 (2), 76-83.
- ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T., T. Álvarez, y N. González-Ruiz. (2015). Guía para la identificación de los mamíferos de México en campo y laboratorio. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., y Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Guadalajara, México. Primera edición. 522 pp.
- ARRIAGA-FLORES, J.C., A. Moreno-Valdez, I. Castro-Arellano, E.R. Rodríguez-Ruiz, A. Rodríguez-Moreno y C.S. Venegas-Barrera. (2024). Murciélagos. En: La biodiversidad en Tamaulipas. Estudio de Estado. Vol. II. CONABIO, México, pp. 546-557.
- BEGON M y Townsend CR. (2021). *Ecology: From Individuals to Ecosystems*, 5th Edition, Hoboken: Wiley-Blackwell.
- Beltrán, R., Traveset, A. (2018). Redes de interacción entre flores e himenópteros en dos comunidades costeras. Efectos de la pérdida de hábitat. *Ecosistemas*, 27(2): 102-114. Doi.: 10.7818/ECOS.1409.
- Bezerra RH, de Vasconcelos PF, Bocchiglieri A. (2016). Ectoparasites of bats (Mammalia: Chiroptera) in Atlantic forest fragments in north-eastern Brazil. *The Journal of Parasitology*, 115(10): 3759-65. doi: 10.1007/s00436-016-5137-8. E
- Blüthgen N, Menzel F, Blüthgen N. (2006) Measuring specialization in species interaction networks. *BMC Ecology*, 6(1):9. DOI:10.1186/1472-6785-6-9
- Blüthgen N, Fründ J, Vázquez DP, Menzel F. (2008) What do interaction network metrics tell us about specialization and biological traits?. *Ecology*, 89(12):3387-99. DOI: 10.1890/07-2121.1.
- Budria, A., y Candolin, U. (2014). How does human-induced environmental change influence host-parasite interactions?. *Parasitology*, 141(4), 462-474. DOI: 10.1017/S0031182013001881.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., y Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *The Journal of Parasitology*, 575-583. DOI:10.2307/3284227.
- Cajas-Castillo, José Octavio, Kraker-Castañeda, Cristian, López-Gutiérrez, Jorge E., Pérez-Consuegra, Sergio G., y Grajeda-Godínez, Ana L. (2015). *Choeronycteris mexicana* in Guatemala: temporal occurrence, feeding habits y reproductive activity. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(3), 835-838. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.07.010>.

Cardona-Orozco, E. (2020). Análisis de redes de interacción murciélagos-insectos ectoparásitos en dos sitios con diferente tipo de manejo en Lázaro Cárdenas, Michoacán. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencias Biológicas. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Ceballos, G. (ed.). (2014). *Mammals of Mexico*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 974 pp. DOI:10.1093/jmammal/gyv127.

Ceballos, G. y G. Oliva (Coords.). (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO/Fondo de Cultura Económica. México.

Cerón-Hernández JA, Serna-Lagunes R, TorresCantú GB, Llarena-Hernández CR, Mora-Collado N, GarcíaMartínez MA. (2022) Diversidad, tipos de dieta de murciélagos y su respuesta a bordes de bosque mesófilo de montaña, Veracruz, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(2). <https://doi.org/10.19136/era.a9n2.3110>.

Chao, A., Ma, K. H., y Hsieh, T.C. (2024) iNEXT (iNterpolation y EXTrapolation) Online: Software for Interpolation y Extrapolation of Species Diversity. Program y User's Guide published at http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/inext-online/.

Claps, G. L., y Autino, A. G. (2012). *Myodopsylla wolffsohni wolffsohni* (Siphonaptera: Ischnopsyllidae) sobre murciélagos de la Argentina y Uruguay. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 71(1-2), 155-157.

CONANP. (2013a). Monitoreo de Murciélagos en la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar. Recuperado de: https://simec.conanp.gob.mx/ficha_monitoreo.php?id=12ymenu=1

CONANP. (2013b). Monitoreo de *Myotis planiceps* y *Leptonycteris nivalis*, en el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra La Mojonera y su zona de influencia. Recuperado de: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_monitoreo/148APFF%20Sierra%20La%20Mojonera_%20Murcielagos.pdf

CONANP. (2021). Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores (ENCUSP). Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/documentos/estrategia-nacional-para-la-conservacion-y-uso-sustentable-de-los-polinizadores-encusp>

Couri, M. S. (2011). Manual of central american diptera. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55, 624-624. DOI:10.1590/S0085-56262011005000051.

Cruzado-Cortés, J. (2023). Murciélago mula mexicano (*Corynorhinus mexicanus*). CONABIO. Recuperado de: <https://enciclovida.mx/especies/34311-corynorhinus-mexicanus>.

Cuxim-Koyoc, A., Reyes-Novelo, E., MacSwiney, M. C., y Pech-Canché, J. M. (2018). Moscas ectoparásitas de murciélagos (Diptera: Streblidae y Nycteribiidae) del valle de Uxpanapa, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(4), 1074-1088. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.268>.

Czenze ZJ, Broders HG. (2011). Ectoparasite Community Structure of Two Bats (*Myotis lucifugus* y *M. septentrionalis*) from the Maritimes of Canada. *The Journal of Parasitology*. 2011;2011:341535. DOI: 10.1155/2011/341535.

Dehling, M. (2018). The Structure of Ecological Networks. In W. Dáttilo, y V. Rico-Gray (Eds.), *Ecological Networks in the Tropics* (pp. 29–42). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68228-0_3.

Dick CW, Gannon MR, Little WE, Patrick MJ. (2003). Ectoparasite associations of bats from central Pennsylvania. *Journal of Medical Entomology*, 40(6):813-819. doi: 10.1603/0022-2585-40.6.813. PMID: 14765658.

Dormann, C. F., Gruber, B., y Fründ, J. (2008). Introducing the bipartite package: analysing ecological networks. *interaction*, 1(0.2413793), 8-11.

Eguiarte, L. E. (2016). “Los murciélagos en México”. *Arqueología Mexicana* 80: 24-25.

Encina-Domínguez, J.A., J. Valdés-Reyna y J.A. Villarreal-Quintanilla. (2018). Tipos de vegetación y comunidades vegetales. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. II. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 89-110.

Encina-Domínguez, Juan A., Villarreal-Quintanilla, José A., Estrada-Castillón, Eduardo, y Rueda-Moreno, Omar. (2019). Situación actual de la vegetación de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Botanical Sciences*, 97(4), 630-648. <https://doi.org/10.17129/botsci.2213>.

Escalante-Espinosa, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos* 52: 53–56.

Espinosa-Martínez, D. V., J. Arroyo-Cabrales, C. A. Ríos-Muñoz, R. A. Medellín y L. León-Paniagua. (2018). Murciélagos. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. II. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 431-439.

Espinosa-Martínez, D. V., Ríos-Muñoz, C. A., González-Ruiz, N., Ramírez-Pulido, J., León-Paniagua, L., y Arroyo-Cabrales, J. (2016). Mamíferos de Coahuila. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 6(2), 1-28. DOI:10.22201/ie.20074484e.2016.6.2.227.

Estrada-Villegas, S., Rodríguez, R. y Barboza, K. (2018). Ecolocación: fundamentos, usos y equipos Disponible en: <http://www.relcomlatinoamerica.net/investigación/bioacústica.html>

Estrella, Erendira, Pech-Canché, Juan M., Hernández-Betancourt, Silvia F., López-Castillo, Diana L., y Moreno, Claudia E. (2014). Diversidad de murciélagos (Chiroptera: Mammalia) en dos zonas arqueológicas de Yucatán, México. *Acta zoológica mexicana*, 30(1), 188-200.

Ferrer-Sánchez, Y., Ramírez Castillo, A. J., Plasencia-Vázquez, A. H., y Abasolo-Pacheco, F. (2024). Impacto del uso de suelo y la fragmentación del paisaje sobre la calidad del agua del río Teaone en Ecuador. *Revista Internacional De Contaminación Ambiental*, 40, 15–36. <https://doi.org/10.20937/RICA.54900>

Finnemore, M., y P. W. Richardson. (2004). Catching bats. Pp. 41-48 en Mitchell-Jones, A. J. y A. P. Mcleish (eds.). *Bat Workers' Manual*. 3rd Edition, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.

Fleming, T. H., C. Geiselman, y W. J. Kress. (2009). The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. *Annals of Botany* 104:1017-1043. DOI:10.1093/aob/mcp197

Flores, J. W. T., y Chumacero, L. M. G. (2010). Perspectivas sobre el origen y la filogenia de los murciélagos. *ContactoS*, 77, 5-9.

Gándara, G., Correa, A. N., y Hernández, C. (2006). Valoración económica de los servicios ecológicos que prestan los murciélagos *Tadarida brasiliensis* como controladores de plagas en el norte de México. *Cátedra de Integración Económica y Desarrollo Social, Tecnológico de Monterrey*.

GBIF.org. (2013), Página de Inicio de GBIF. Disponible en: <https://www.gbif.org> [13 de enero de 2020].

Gelviz-Gelvez SM, Guzmán AV, Barragán F. (2019) Biodiversidad en ecosistemas bajo uso productivo para el bienestar humano. En: Moreno CE (Ed) *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, pp. 347-369.

Gómez-Ruiz, E. P. (2020). Murciélagos polinizadores del Noreste de México. *Biología Y Sociedad*, 3(5), 35–45. <https://doi.org/10.29105/bys3.5-29>

Gómez-Ruiz, E.P. y T.E. Lacher. (2017). Modelling the potential geographic distribution of an endangered pollination corridor in Mexico y the United States. *Diversity y Distributions*, 23:67–78. DOI:10.1111/ddi.12499

Gómez-Ruiz, E.P., C. Jimenez, J.J. Flores-Maldonado, T.E. Lacher, J.M. Packard. (2015). Conservación de murciélagos nectarívoros (Phyllostomidae: Glossophagini) en riesgo en Coahuila y Nuevo León. *Therya*, 6:89–102. DOI:10.12933/therya-15-233

González Aldaco, S.X. (2017). Geografía, división territorial y fisiografía. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México*, pp. 33-44.

Grasa, R. B., y Chavez, P. C. (2013). El guano de murciélago, un sustituto eficaz de los abonos convencionales. *Agrisost*, 17(1), 33-38.

Haynie, M. L., M. T. N. Tsuchiya, S. M. Ospina-Garcés, J. Arroyo-Cabrales, R. A. Medellín, O. J. Polaco, y J. E. Maldonado. (2016). Placement of the rediscovered *Myotis planiceps* (Chiroptera: Vespertilionidae) within the *Myotis* phylogeny. *Journal of Mammalogy*, 97: 701-712. DOI:10.1093/jmammal/gyv216

Hernández-Huerta A. (2015). *Murciélagos. Sombras voladoras nocturnas*. Secretaría de Educación de Veracruz. 71 p.

Hopkins, G. H. y M. Rothschild. (1956). An illustrated catalogue of Rothschild collection of fleas (Siphonaptera). In the British Museum (Natural History). Vol. II. Cotopsyllidae, Vermipsyllidae, Stephanocircidae, Ischnopsyllidae, Hypsophthalmidae y Xiphopsyllidae. British Museum (NH), London. 445 p.

IUCN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2024). IUCN. Red list of threatened species. En: <https://www.iucnredlist.org/>.

John O. Whitaker, Jean Deunff, Jacqueline J. Belwood. (2000). Ectoparasites of Neonate Indiana Bats, *Myotis sodalis* (Chiroptera: Vespertilionidae), with Description of Male of *Paraspiroturnix globosa* (Acari: Spinturnicidae), *Journal of Medical Entomology*, Vol. 37, Issue 3, Pages 445–453, <https://doi.org/10.1093/jmedent/37.3.445>

Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Willig, M. R., y Racey, P. A. (2009). Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered species research*, 8(1-2), 93-115. DOI: <https://doi.org/10.3354/esr00182>

Juanes-Márquez, Sait, Encina-Domínguez, Juan Antonio, Álvarez-Vázquez, Perpetuo, Lara-Reimers, Eduardo Alberto, Camposeco-Montejo, Neymar, y García-López, Josué Israel. (2023). Characterization of the seed bank of a grassy in southeastern Coahuila. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 14(1), 97-107. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i1.3386>

Kalka MB, Smith AR, Kalko EK. (2008). Bats limit arthropods y herbivory in a tropical forest. *Science*. Vol. 320(5872):71. doi: 10.1126/science.1153352.

- Krantz, G. W. (1978). *A Manual of Acarology*. 2nd edition. Oregon State University Book Store, Inc. Corvallis, 509 pp. <https://doi.org/10.1111/j.1939-0025.1978.tb01310.x>
- Kriner, A. (2004). Las fases de la Luna, ¿Cómo y cuándo enseñarlas? *Ciência y Educação*, 10(01), 111-120. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000100008>
- Kunz TH, Braun de Torrez E, Bauer D, Lobova T, Fleming TH. (2011). Ecosystem services provided by bats. *New York Academy of Sciences*. 1223:1-38. doi: 10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x.
- Kunz, T.H. (1982). *Lasionycteris noctivagans*. *Journal of Mammalogy*, 172:1-5. <https://doi.org/10.2307/3504029>
- Liévano-Romero, K. S., Rodríguez-Posada, M. E., y Cortés-Vecino, J. A. (2019). Nuevos registros de ectoparásitos de murciélagos en sabanas inundables de la orinoquia colombiana. *Mastozoología neotropical*, 26(2), 377-389. <https://doi.org/10.31687/saremMN.19.26.2.0.13>.
- Luna P, Corro EJ, Ahuatzin-Flores DA, Antoniazzi RL Jr., Barrozo N, Chávez-González E, Morales-Trejo JJ, Dáttilo W (2017). The risk of use small matrices to measure specialization in host–parasite interaction networks: a comment to Rivera-García *et al.* (2016). *Parasitology* 144: 1102-1106.
- MacSwiney MCG, Clarke FM, Racey PA (2008). What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology*, 45 (5): 1364–1371. DOI:10.1111/j.1365-2664.2008.01531.x
- MacSwiney, M. C., Bolívar. B., Clarke. F. M. y Racey. P. A. (2006). Nuevos registros de *Pteronotus personatus* y *Cynomops mexicanus* (Chiroptera) en el estado de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 10: 80-87. DOI:10.22201/ie.20074484e.2006.10.1.145
- Martínez-Falcón AP, Martínez-Adriano CA, Dáttilo W (2019). Redes complejas como herramientas para estudiar la diversidad de las interacciones ecológicas. En: Moreno CE (Ed) *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, pp. 265-283.
- MEDELLÍN, R. A., Arita, H. T., y Sánchez, O. (2008). M4 Identificación de los murciélagos de México, clave de campo. Segunda edición. Instituto de Ecología, UNAM, Ciudad de México, México.
- Medellín, R. A., Equihua, M., y Amin, M. A. (2000). Bat diversity y abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation biology*, 14(6), 1666-1675. DOI:10.1111/j.1523-1739.2000.99068.x.

Mora, J.M., L.I. López, M. Espinal, I. Marineros y L. Ruedas. (2018). Diversidad y conservación de los murciélagos de Honduras, Master Print S. de R.L., Tegucigalpa, Honduras. 284 pp.

Morrison, D. W. (1978). Lunar phobia in a neotropical fruit bat, *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Animal Behaviour*, 26, 852-855. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(78\)90151-3](https://doi.org/10.1016/0003-3472(78)90151-3)

Natl. Geogr. (2021). Ecolocalización: ¿en qué consiste el sistema de sonar de la naturaleza?. *National Geographic* <https://www.nationalgeographic.com/animales/2021/02/ecolocalizacion-el-sistema-de-sonar-de-la-naturaleza>

Noguera-Urbano, E. A., y Escalante, T. (2014). Datos geográficos de los murciélagos (Chiroptera) en el Neotrópico. *Revista De Biología Tropical*, 62, 201–215. DOI:10.15517/rbt.v62i1.8379

Olivera-Triste, M. A., Ramírez-Albores, J. E., y Encina-Domínguez, J. E. (2024). Murciélagos del sureste de Coahuila. *Therya ixmana*, 4(1), 39-40.

Orta-Pineda, G., Rodríguez-Valencia, V. M., Rico-Chávez, O., Zamora-Bárceñas, D. F., Rodríguez-Moreno, Á., Montiel-Parra, G., ... y Ojeda-Flores, R. (2020). Composición de comunidades y filoespecificidad de ectoparásitos de murciélagos en paisajes agropecuarios de Veracruz, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 7(1).

ORTEGA, J., C. MacSwiney G., y Zamora Gutiérrez, V. (2022). Compendio de llamadas de ecolocalización de los murciélagos insectívoros mexicanos. Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Palma-López, D. J., Castillo-Salas, J. M., Salgado-García, S., Ortiz-Ceballos, Á. I., y Aceves-Navarro, E. (2016). Caracterización química de abonos orgánicos enriquecido con guano de murciélago. *Agroproductividad*, 9(12), 10-16.

Pech Canché, J. M., Coria Villegas, P. D., Chamorro-Florescano, I. A., Alanís Méndez, J. L., y Lozano-Rodríguez, M. Ángel. (2018). Lunar phobia in phyllostomid bats at La Ceiba, Tuxpan, Veracruz. *Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios*, 5(13), 165-170. <https://doi.org/10.19136/era.a5n13.1033>

Pech-Canche, J. M., Estrella, E., López-Castillo, D. L., Hernández-Betancourt, S. F., y Moreno, C. E. (2011). Complementarity y efficiency of bat capture methods in a lowly tropical dry forest of Yucatán, Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(3), 896-903.

- Pech–Canche, J. M., MacSwiney, M. C., Estrella, E., (2010). Importancia de los detectores ultrasónicos para mejorar los inventarios de murciélagos Neotropicales. *Therya*, 1(3): 221–227. DOI:10.12933/therya-10-17
- Poulin, R. (2010). Network analysis shining light on parasite ecology y diversity. *Trends in Parasitology*, 26(10), 492–498. DOI:10.1016/j.pt.2010.05.008
- Poulin, R., Krasnov, BR y Morand, S. (2006). Patterns of host specificity in parasites exploiting small mammals. In: *Micromammals and Macroparasites*. Springer Japón. pp. 233-256. https://doi.org/10.1007/978-4-431-36025-4_13.
- Proulx SR, Promislow DE, Phillips PC. (2005). Network thinking in ecology y evolution. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(6):345-53. doi: 10.1016/j.tree.2005.04.004. PMID: 16701391.
- QUIROZ R. (2008). *Parasitología y enfermedades de los animales domésticos*. Ed. Limusa, Mexico, D.F, 827 pp.
- R Core Team. (2020). *R: A language y environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Ramírez-Pulido J, González-Ruiz N, Gardner AL, Arroyo-Cabrales J. (2014). List of recent ly mammals of Mexico, 2014. *Special Publications Museum of Texas Tech University* 63: 1-69.
- Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruíz y A. J. Contreras-Balderas. (2018). Mamíferos. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado, vol. II*. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 411-417.
- Retana-Guiascón, O. G. y Navarro-Ornelas, M. L. (2012). Los valores culturales de los murciélagos. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 2(1), 18-26.
- Reyes-Novelo, E., y Cuxim-Koyoc, A. D. (2020). Moscas ectoparásitas de murciélagos: ¿Qué sabemos? *Bioagrocencias*, 13(2). <http://dx.doi.org/10.56369/BAC.3529>
- Rico Hernández, G. (2011). Evolución de interacciones parásito - hospedero: coevolución, selección sexual y otras teorías propuestas. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 14(2), 119–130. <https://doi.org/10.31910/rudca.v14.n2.2011.782>
- Rodríguez-San Pedro A, JL Allendes, P Carrasco-Lagos y RA Moreno. (2014) *Murciélagos de la Región Metropolitana de Santiago, Chile*. Seremi del Medio Ambiente Región Metropolitana de Santiago, Universidad Santo Tomás y Programa para la Conservación de los Murciélagos de Chile (PCMCh). 51 pp.

Roy-García, Ivonne, Rivas-Ruiz, Rodolfo, Pérez-Rodríguez, Marcela, y Palacios-Cruz, Lino. (2019). Correlación: no toda correlación implica causalidad. *Revista alergia México*, 66(3), 354-360. <https://doi.org/10.29262/ram.v66i3.651>

Salceda-Sánchez, B. (2004). Clave para la identificación de adultos de las especies de pulgas (Insecta: Siphonaptera) comunes y de mayor importancia médica en México. *Folia Entomológica Mexicana* 43:27-41.

Saldaña-Vázquez, R.A. (2014). Convergencia y señal filogenética: el caso de los sonidos de ecolocación en murciélagos. *Boletín Red Latinoamericana de Conservación de Murciélagos*, 5(3): 3-8

Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J. J., Gómez-Rodríguez, R. A., Guevara, L., Gutiérrez-Granados, G., y Rodríguez-Moreno, Á. (2014). Biodiversity of Chordata (Mammalia) in Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, S496-S504. DOI:10.7550/rmb.31688.

Santos-Moreno, A., Velásquez, E. R., y Martínez, A. S. (2010). Efecto de la intensidad de la luz lunar y de la velocidad del viento en la actividad de murciélagos filostómidos de Mena Nizya, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81(3), 839–845. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2010.003.653>

Schnitzler, H.-U., y Kalko, E. K. V. (2001). Echolocation by insect-eating bats. *Bioscience*, 51(7),557. DOI:10.1641/0006-3568(2001)051[0557:EBIEB]2.0.CO;2.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el DOF. Texto vigente.

Sheeler-Gordon L.L. y Owen R.D. (1999). Host tracking or resource tracking? Thee case of *Periglischrus* wing mites (Acarina: Spinturnicidae) of leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae) from Michoacan, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 76: 85–102. DOI:10.21829/azm.1999.76761701

Tirira, D. (1998). Técnicas de campo para el estudio de mamíferos silvestres. En: Tirira, D. (ed.). *Biología, sistemática y conservación de los mamíferos del Ecuador*. (p. 93-126). Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Publicacion Especial 1. Quito.

Tlapaya-Romero L., M. M. Ramírez-Martínez, M. C. López-Téllez, y A. Martínez-Rojas. (2024). Efecto de la fragmentación sobre la diversidad de murciélagos (Chiroptera) y estréblidos (Diptera: Streblidae) y redes de interacción en Puebla, México. *Mastozoología Neotropical*, 31(1): e01002. <https://doi.org/10.31687/saremMN.24.31.01.13.e1002>

Tuttle, M.D., y A. Moreno. (2005). Los murciélagos cavernícolas del norte de México. Su importancia y problemas de conservación. Bat Conservation International, Inc. Austin, EE.UU. 48 pp.

Vargas, G. C. (2012). *Myotis planiceps*. El murciélago raro. La Huella del Jaguar, UNAM Disponible en: <https://blogs.ciencia.unam.mx/lahuella/2012/12/19/myotis-planiceps-el-murcielago-rarito/>

Wenzel, R. L. (1976). The streblid batflies of Venezuela (Diptera: Streblidae). Brigham Young University Science Bulletin, Biological Series, 20(4), 1.

Whittaker RH (1960) Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon y California. Ecological Monographs 30:279-338. <https://doi.org/10.2307/1943563>

Wilson, D. E., Medellín, R. A., Lanning, D. V., y Arita, H. T. (1985). Los murciélagos del noreste de México, con una lista de especies. Acta Zoológica Mexicana (ns), (8), 1-26. DOI:10.21829/azm.1985.281642.

Zárate-Martínez, D. G., Serrato-Díaz, A. y López-Wilchis, R. (2012). Importancia Ecológica de los Murciélagos. ContactoS. 85: 19-27 pp

8. ANEXOS

Cuadro 5. Resumen de Especies de Murciélagos y Ectoparásitos (Sitio, Método y Mes de captura)

Especies de Murciélagos	Acústica		Mes de Captura	Redes de Niebla		Mes de Captura	Género de Ectoparásito	Sitio de Captura		Mes de captura
	Rancho "Los Ángeles"	Ejido Chapultepec		Rancho "Los Ángeles"	Ejido Chapultepec			Rancho "Los Ángeles"	Ejido Chapultepec	
<i>Corynorhinus townsendii</i>		X	Enero y marzo	X	X	Junio, julio y agosto	<i>Anastrebla sp</i>		X	Junio y agosto
<i>Eptesicus fuscus</i>	X		Marzo	X	X	Mayo, junio y agosto	<i>Trichobius sp</i>	X	X	Julio
<i>Euderma maculatum</i>	X	X	Enero y noviembre				<i>Myodopsylla sp</i>		X	Junio y agosto
<i>Idionycteris phyllotis</i>				X	X	Junio y agosto	<i>Spinturnix sp</i>		X	Junio y agosto
<i>Lasiurus cinereus</i>		X	Marzo							
<i>Lasiurus intermedius</i>	X		Marzo							
<i>Myotis planiceps</i>					X	Junio				
<i>Myotis thysanodes</i>		X	Junio, julio y agosto	X	X	Enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre				
<i>Myotis californicus</i>	X	X	Enero, febrero y marzo							
<i>Myotis ciliolabrum</i>		X	Marzo							
<i>Myotis yumanensis</i>	X	X	Enero, febrero y marzo							
<i>Myotis melanorhinus</i>				X	X	Mayo, junio, julio y septiembre				
<i>Eumops perotis</i>	X		Marzo							
<i>Nyctinomops macrotis</i>		X	Febrero							
<i>Nyctinomops femorosaccus</i>		X	Febrero							
<i>Tadarida brasiliensis</i>	X	X	Enero, febrero y marzo							
<i>Choeronycteris mexicana</i>					X	Junio				

X: Presencia del individuo

Cuadro 6. Estudios de Especies de Murciélagos en Coahuila

Familia	Especie	Estudios de Espinosa-Martínez <i>et al.</i> , 2016; Espinosa-Martínez <i>et al.</i> , 2018				Nuestro Estudio (Olivera-Triste <i>et al.</i> , 2024)
		Norte y Carbonífera	Centro	Laguna	Sureste (Ramos Arizpe, Parras de la Fuente, Arteaga, Saltillo, General Cepeda)	Sureste (Arteaga y Saltillo)
Vespertilionidae	<i>Antrozous pallidus</i>			X	X	
	<i>Corynorhinus mexicanus</i>			X	X	
	<i>Corynorhinus tonwsendii</i>			X	X	X
	<i>Eptesicus fuscus</i>			X	X	X
	<i>Euderma maculatum</i>					X
	<i>Idionycteris phyllotis</i>				X	X
	<i>Lasiurus cinereus</i>			X	X	X
	<i>Lasiurus frantzii</i>					
	<i>Lasiurus intermedius</i>					X
	<i>Lasiurus xanthinus</i>				X	
	<i>Myotis auriculus</i>	X				
	<i>Myotis californicus</i>				X	X
	<i>Myotis ciliolabrum</i>					X
	<i>Myotis melanorhinus</i>				X	X
	<i>Myotis occultus</i>		X			
	<i>Myotis planiceps</i>				X	X
	<i>Myotis thysanodes</i>				X	X
	<i>Myotis velifer</i>			X	X	
	<i>Myotis volans</i>				X	
	<i>Myotis yumanensis</i>	X				X
<i>Nycticeius humeralis</i>	X			X		
<i>Parastrellus hesperus</i>			X	X		
<i>Perimyotis subflavus</i>	X	X				
Molossidae	<i>Eumops perotis</i>			X		X
	<i>Molossus molossus</i>				X	
	<i>Molossus rufus</i>			X		
	<i>Nyctinomops femorosaccus</i>		X		X	X
	<i>Nyctinomops macrotis</i>	X	X			X
	<i>Tadarida brasiliensis</i>			X	X	X
Phyllostomidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>				X	X
	<i>Leptonycteris nivalis</i>				X	
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>			X	X	

X: Presencia del individuo. Nuevo registro para el estado

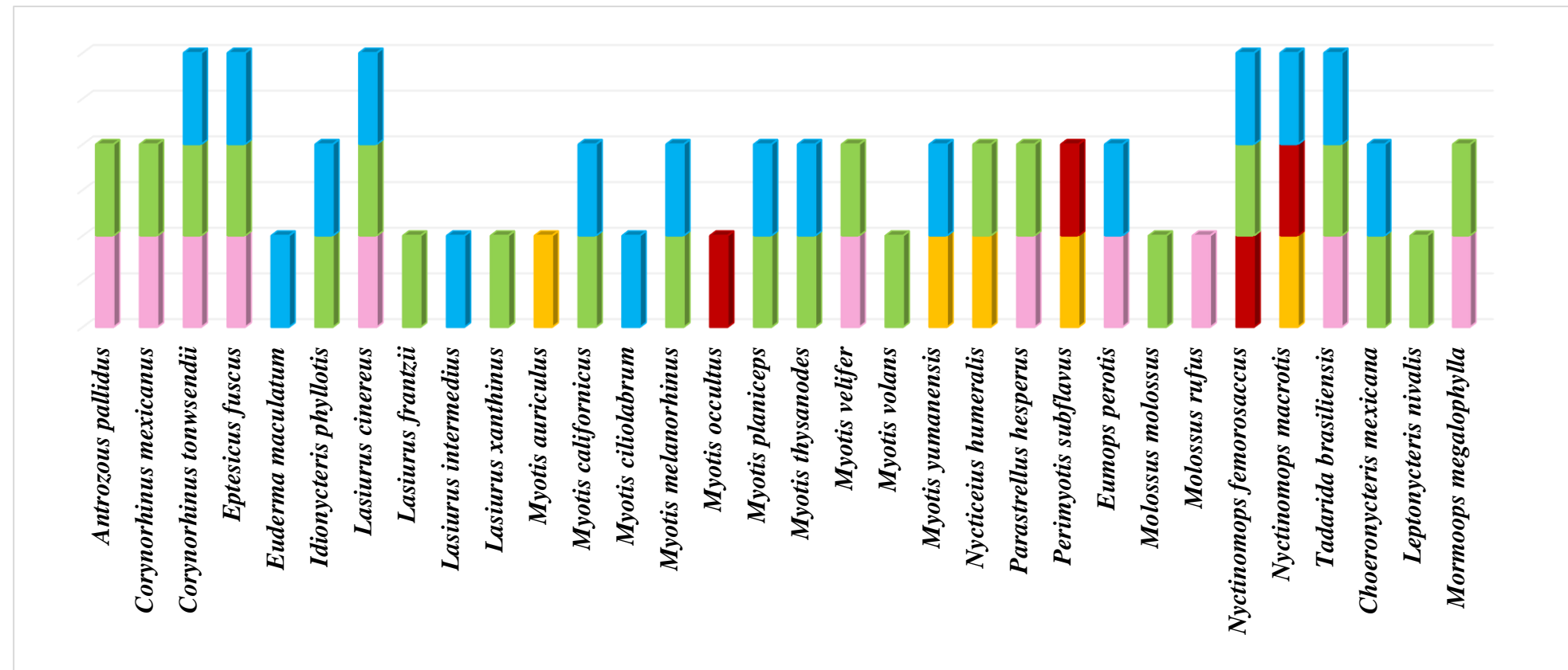
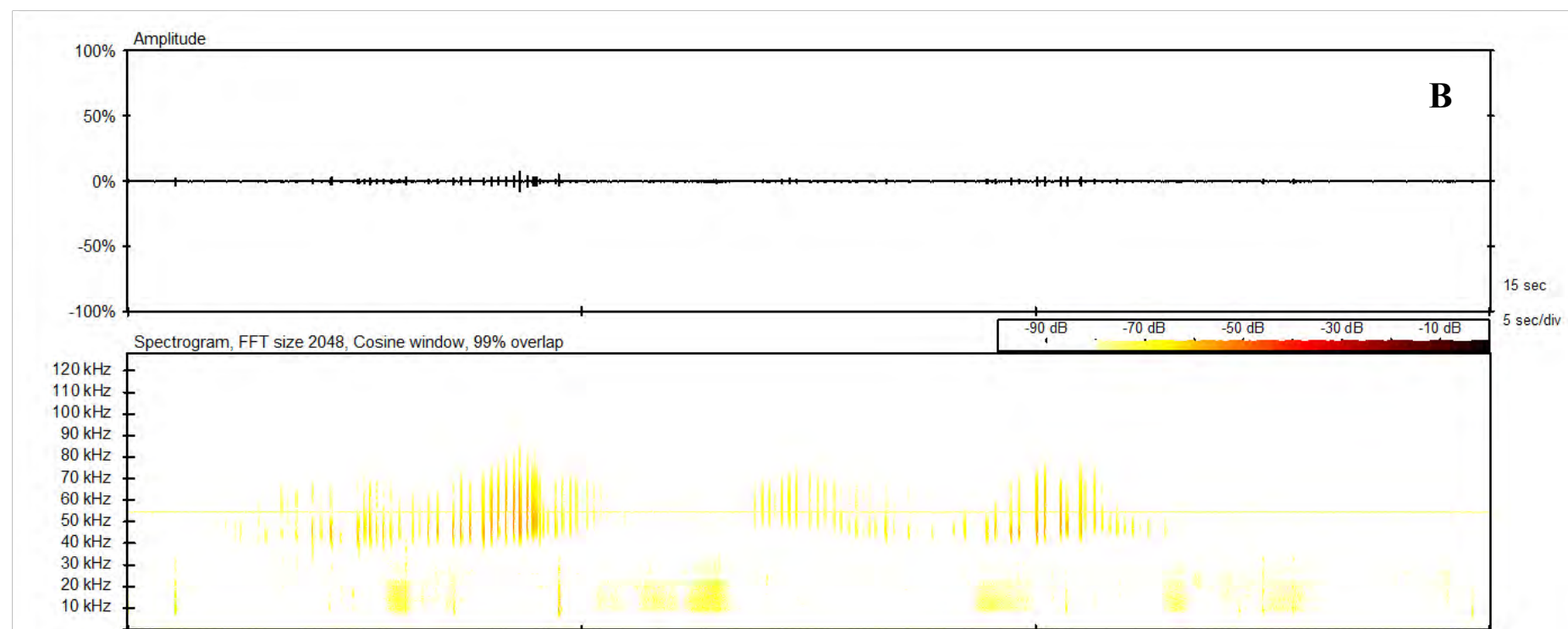
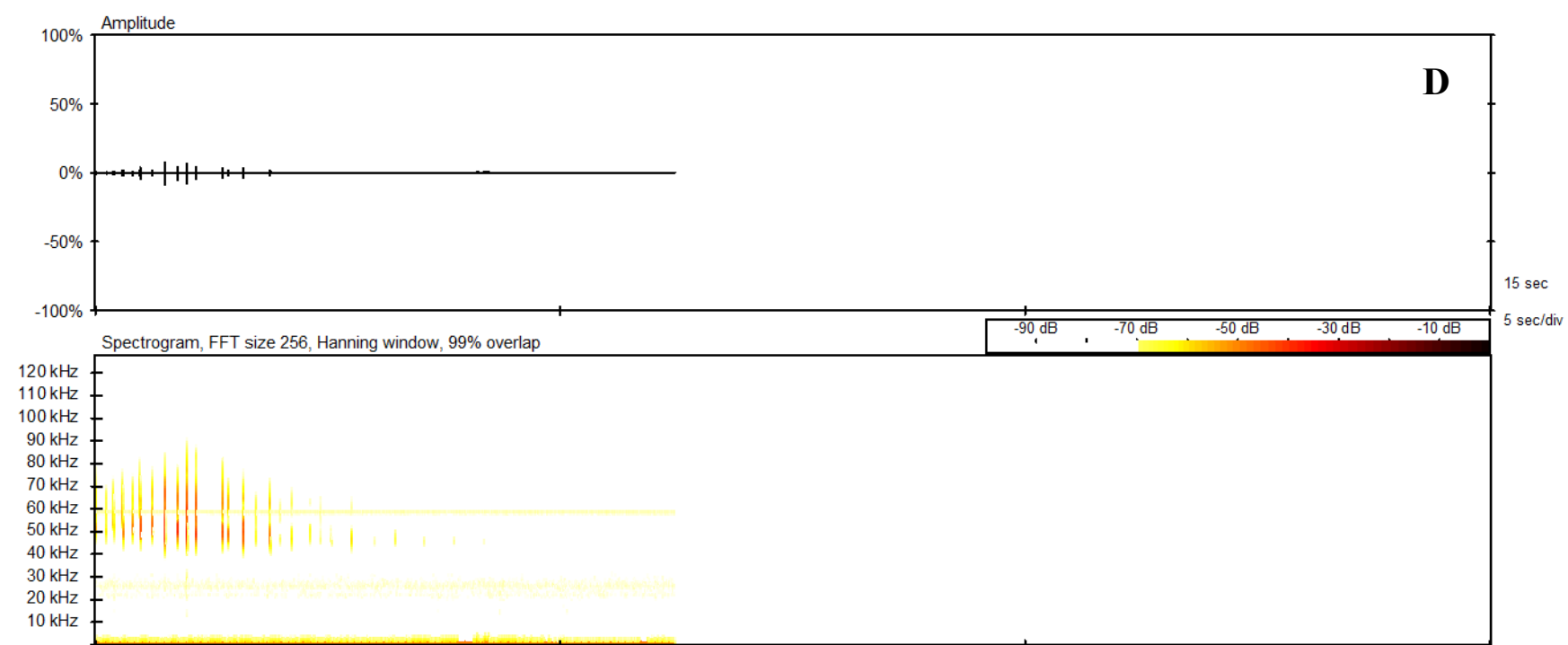
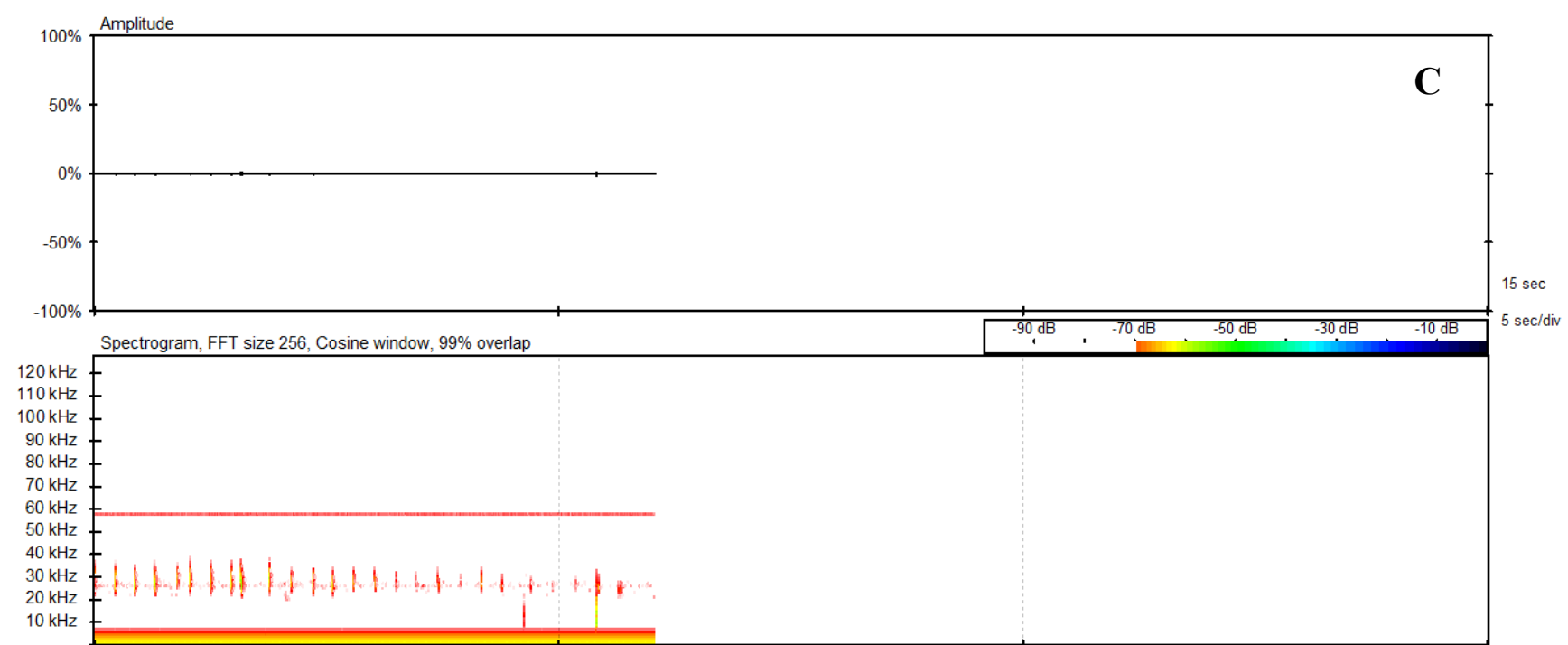
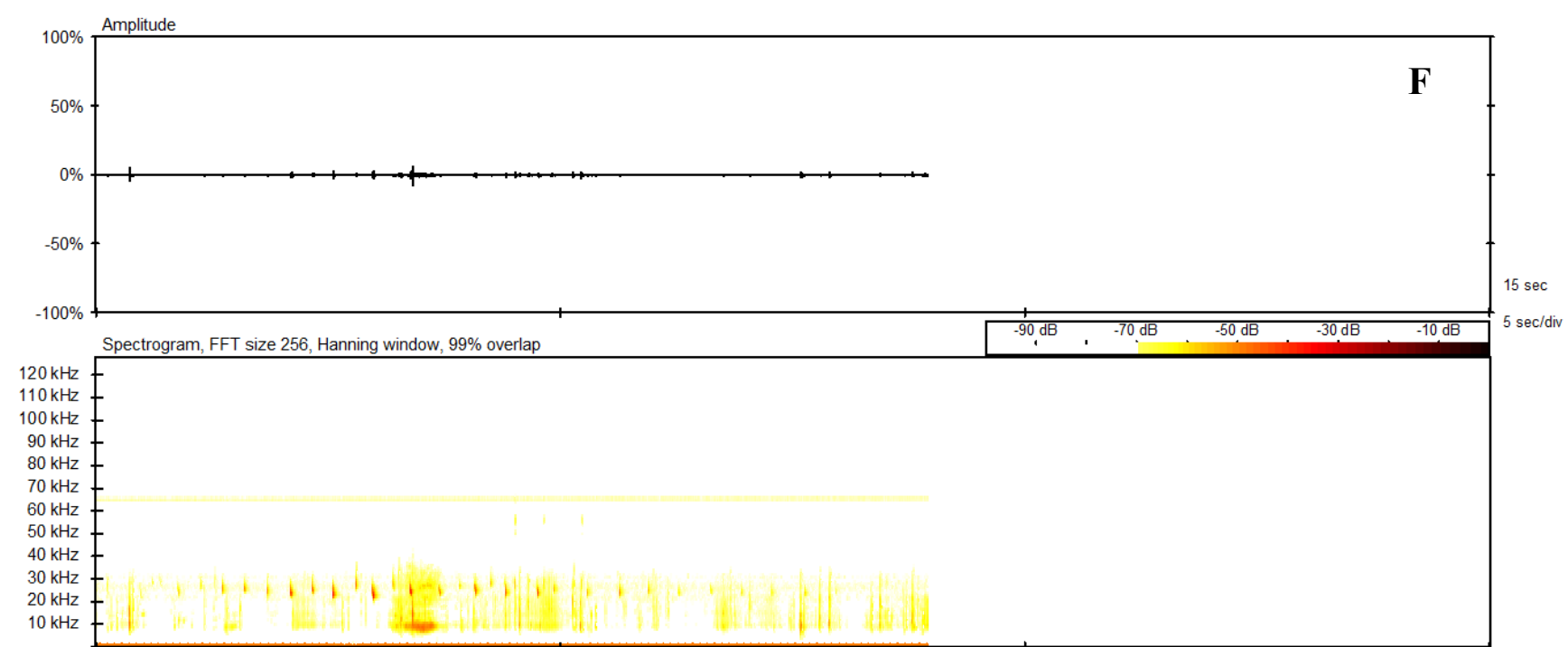
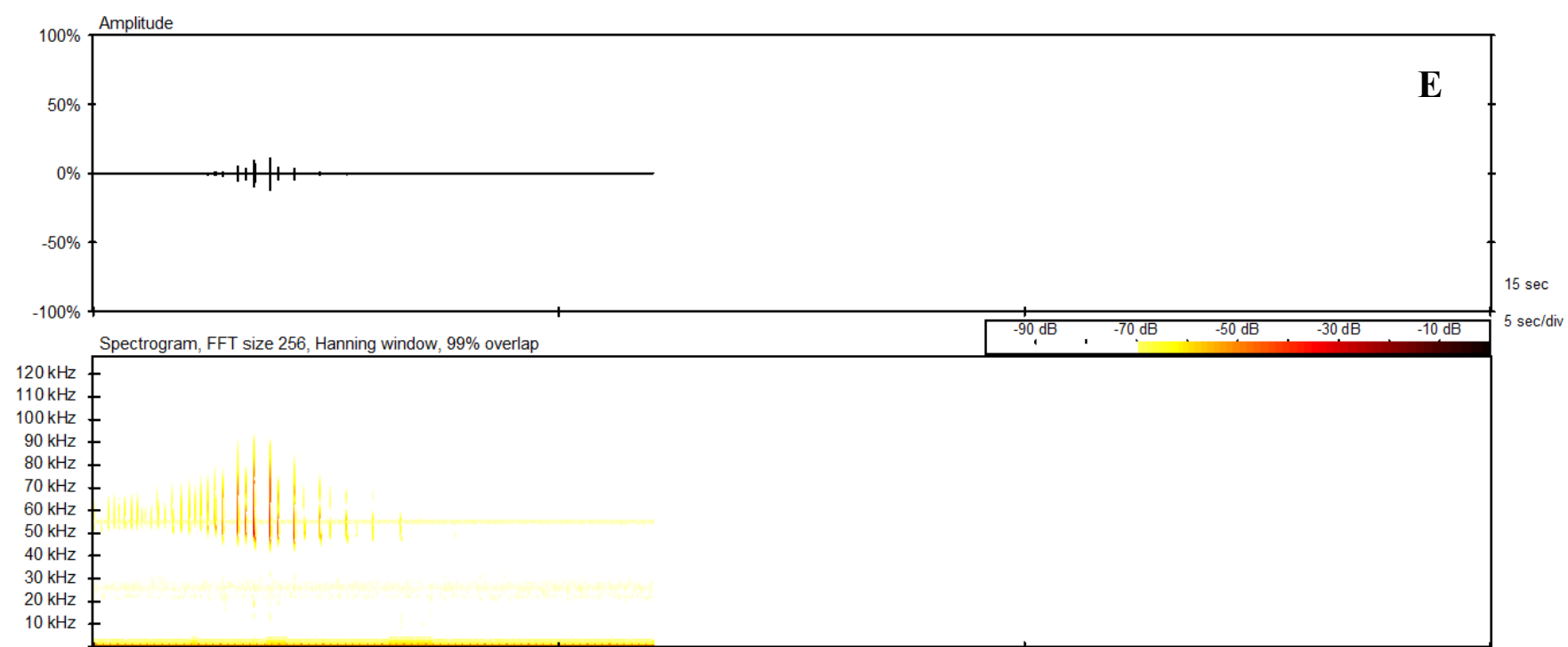


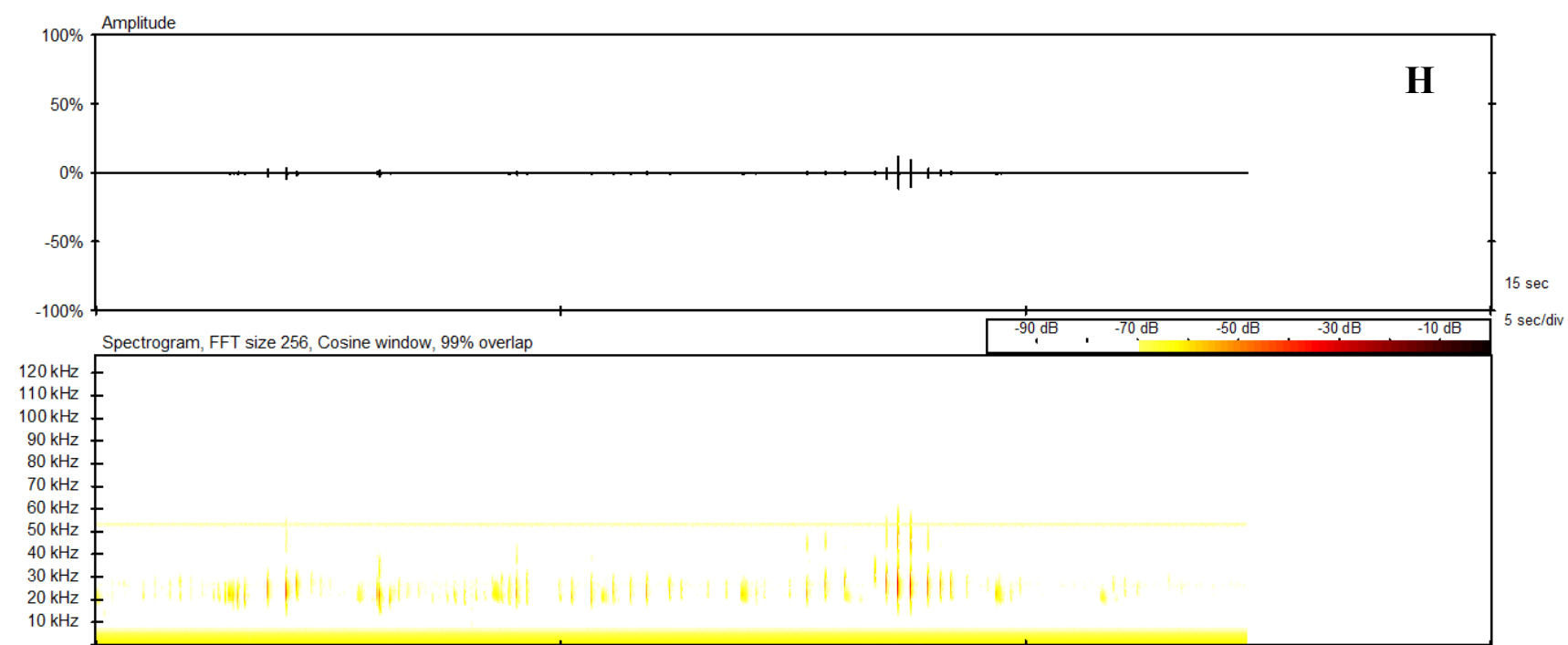
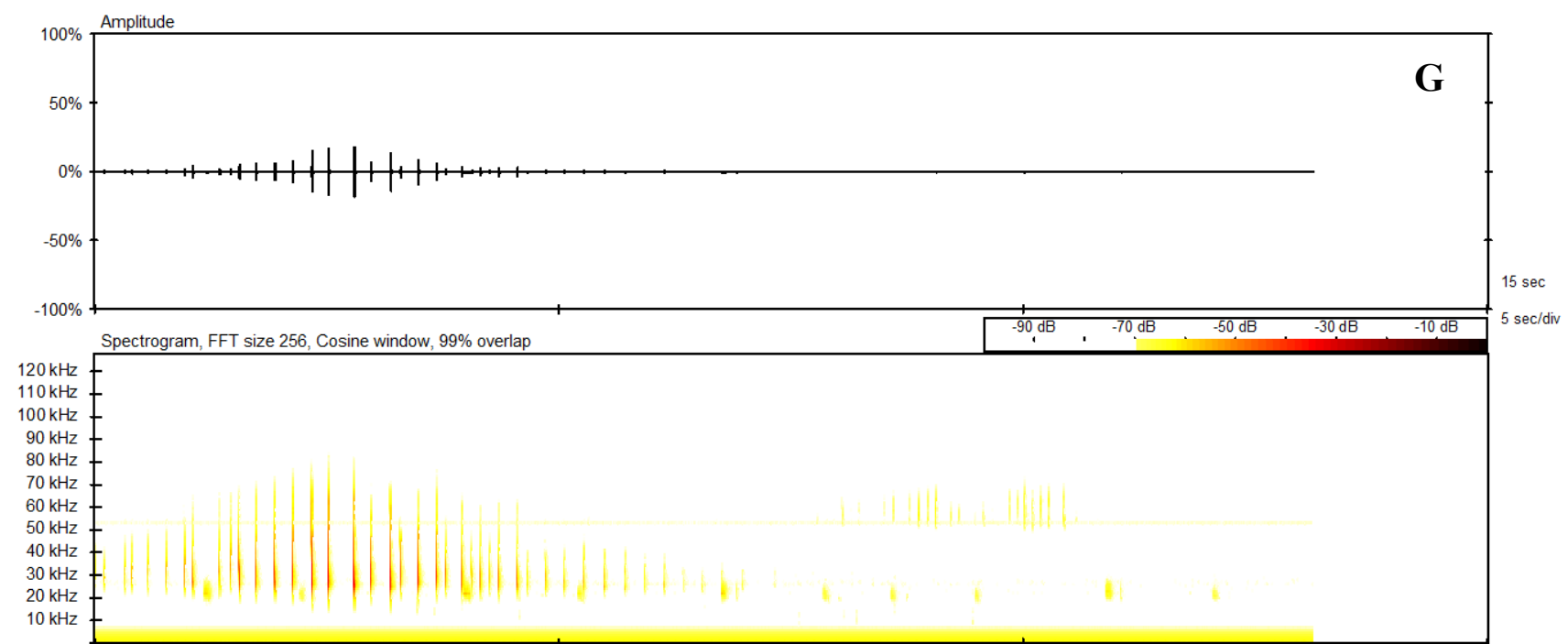
Figura 12. Comparación de especies de murciélagos entre estudios del año 2016-2018 y 2024

Nuestro Estudio (Olivera Triste et al., 2024) Sureste (Arteaga y Saltillo). Estudio de Espinosa-Martínez et al., 2016; Espinosa-Martínez et al., 2018. Sureste (Ramos Arizpe, Parras de la Fuente, Arteaga, Saltillo y General Cepeda). Estudio de Espinosa-Martínez et al., 2016; Espinosa-Martínez et al., 2018. Laguna. Estudio de Espinosa-Martínez et al., 2016; Espinosa-Martínez et al., 2018. Centro. Estudio de Espinosa-Martínez et al., 2016; Espinosa-Martínez et al., 2018. Norte y Carbonífera.









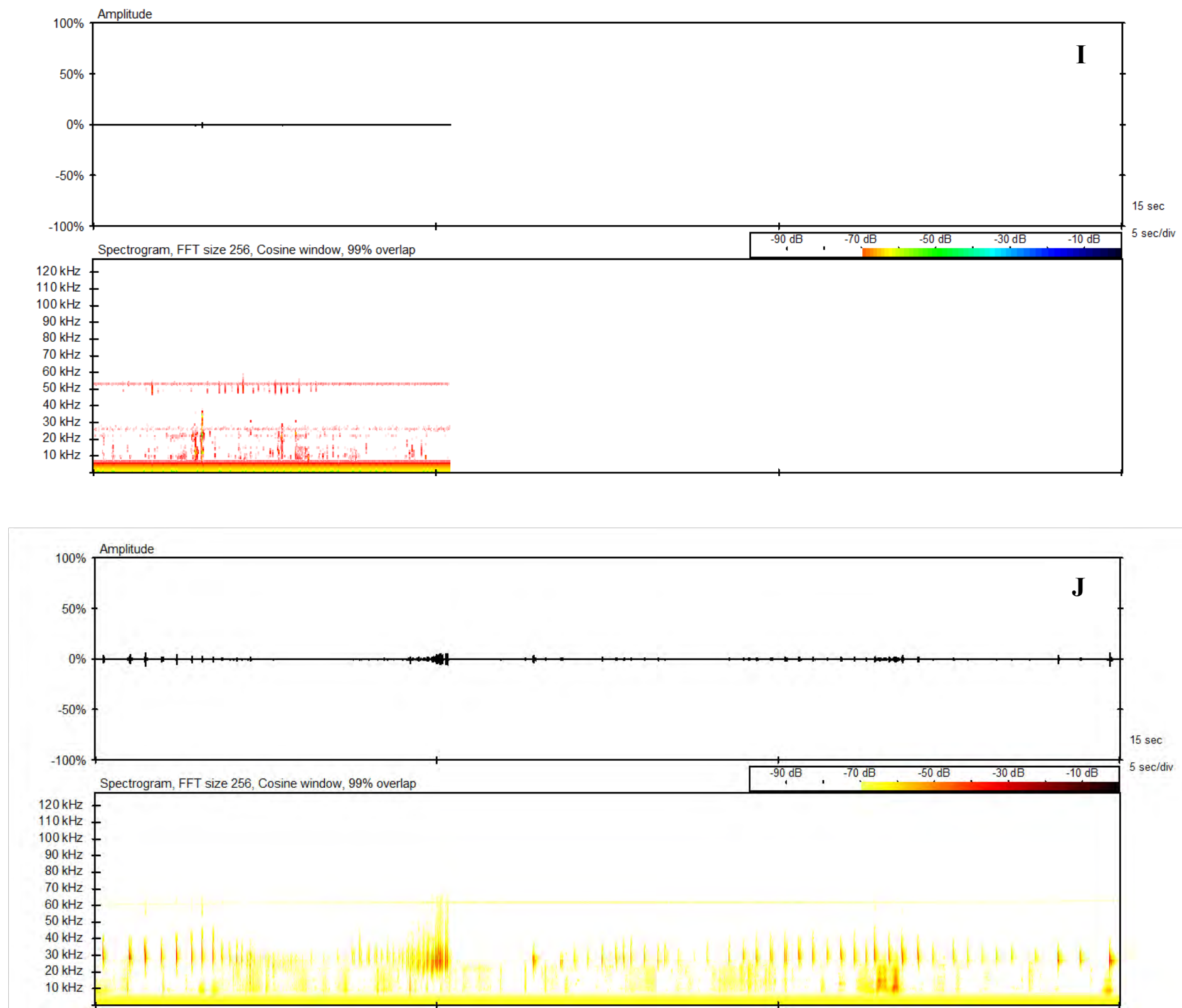


Figura 13. Sonogramas de los registros para Coahuila. A- *Euderma maculatum*. B- *Myotis ciliolabrum*. C- *Corynorhinus townsendii*. D- *Myotis californicus*. E- *Myotis yumanensis*. F- *Lasiurus cinereus*. G- *Myotis thysanodes*. H- *Nyctinomops femorosaccus*. I- *Tadarida brasiliensis*. J- *Eptesicus fuscus*