

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL



Diversidad Estacional De Murciélagos En El Cañón De San Lorenzo, Saltillo,
Coahuila, México.

Por:

HUGO CARALAMPIO VÁZQUEZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Diversidad Estacional De Murciélagos En El Cañón De San Lorenzo, Saltillo,
Coahuila, México.

Por:

HUGO CARALAMPIO VÁZQUEZ HERNÁNDEZ

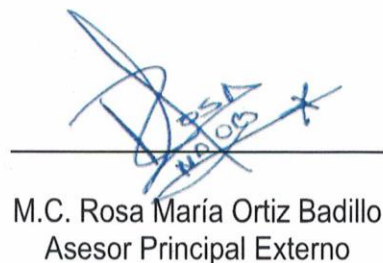
TESIS

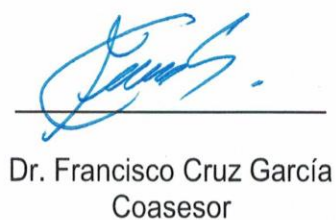
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

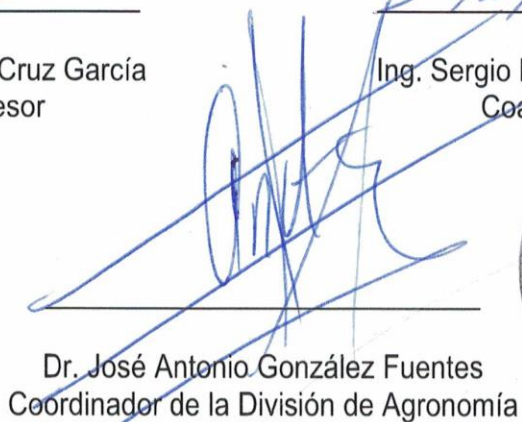
Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Alejandro Zárate Lupericio
Asesor Principal Interno


M.C. Rosa María Ortiz Badillo
Asesor Principal Externo


Dr. Francisco Cruz García
Coasesor


Ing. Sergio Braham Sabag
Coasesor


Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Diciembre 2021

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Hugo Caralampio Vázquez Hernández

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por cuidarme siempre de mí y de mi familia, por brindarnos salud y vida en cada momento y disfrutar de ello.

A mi **Familia**, el tesoro más grande en mi vida, que siempre me han apoyado a lo largo de este trayecto, a pesar de la distancia siempre están presentes a cada paso que doy, muy agradecido por brindarme el estudio como herencia de vida.

A la **M. C. Rosa María Ortiz Badillo**, por compartirnos de su conocimiento acerca de los quirópteros, el cuál es un aprendizaje a largo plazo, agradecer por su asesoría y paciencia brindada con este trabajo

Al **Dr. Alejandro Zárate Lupercio**, por ser un excelente profesor y por brindarme su apoyo en esta última etapa de la carrera, su enseñanza, de su asesoría y brindarme la oportunidad de realizar este trabajo.

Al **Dr. Francisco Cruz García**, por su apoyo y colaboración de conocimientos y experiencia a cerca de este trabajo.

Al **Ing. Sergio Braham Sabag**, por su también colaboración en este trabajo, mediante su asesoría y correcciones que sirvieron para llegar hasta el final.

A la **UAAAN**, mi Alma Mater quien me dio cobijo desde que llegué a sus aulas, donde conocí a toda una familia íntegra, por permitirme ser uno de sus tantos Buitres que la representan el cual estoy infinitamente agradecido.

A mis compañeros y amigos Martin Isidro, Filiberto López, Jacobo Muños, Francisco Armenta, Álvaro Ambrosio y Silverio Martínez, quienes colaboraron en este estudio principalmente en las salidas al campo, donde se vivieron experiencias inolvidables, a Jimmy Candelario González López, María Trinidad San Agustín Tolentino, Hanniel Seraías López, Carlos Rincón, María de Lourdes Gómez Ruíz, Francisco Argueta,

Gregorio Tirso y Erick Berteli Santizo Morales. Agradeciendo sobre todo por su valiosa amistad y siempre estar ahí en los buenos y malos momentos durante la carrera.

A todos mis compañeros de generación, con quienes viví experiencias únicas e inolvidables.

A **PROFAUNA**, por brindarme su autorización y apoyo en realizar los muestreos en campo en el Cañón de San Lorenzo y colaborar en su conservación.

DEDICATORIA

A mi abuelito, **Francisco Vázquez Cruz**, que desde el cielo me acompaña, y aunque ya no esté conmigo vivirá por siempre en mi corazón, con gran orgullo y elocuencia puedo decir que es un honor ser tu nieto MI TATA CHICO.

A mis padres **Matilde Hernández Jiménez** y **Guadalupe Vázquez Díaz**, mis dos grandes pilares de vida, que además de ser dos grandes y maravillosos padres han estado siempre, a pesar de los errores que he cometido ellos siempre han estado ahí, con su amor y cariño me han sabido guiar hasta esta etapa de mi vida, cuyos consejos siempre están presentes a cada paso que doy, un gran orgullo ser su hijo. Este trabajo va en su honor.

A mi abuelita **Caralampia Jiménez Jiménez** por sus maravillosos consejos de vida, en especial en el trayecto relacionado al estudio.

A mis hermanos: **Reyna** (Pillo) mi segunda madre, **José Luis** (Berru), **María Flor** (Muri), **Rosalinda** (Bush), **Juan Carlos** (Turca) y **Olga Guadalupe** (Petsa), a Mi cuñado **Yan Carlos** (Tomate). A mis sobrinos; **Hobani**, **Gabriel**, **Ángel**, **Karla** y **Andrea**, quienes han sido parte fundamental en este trayecto, mis mejores amigos, mis confidentes, a quienes agradezco infinitamente por su apoyo y por estar siempre cuando los necesito, con mucho amor y cariño, este trabajo va dedicado a todos ustedes "**MI FAMILIA**".

EPÍGRAFE

“Los momentos finales de una experiencia determinan el recuerdo que conservaremos de la misma”.

“Ja yajni wa xk´ot tik´an jun a´tel wa xya´ paxuk jun sna´ulab´il b´a oj jnolxuk ja jas k´ulub´ali”

“The final moments of an experience determine the memory that we will keep of the same”

Daniel Kahneman

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE GRÁFICAS	XI
RESÚMEN	XII
XCH'AKULAB'IL	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUCCION	1
2. OBEJETIVOS	3
2.1. General	3
2.2. Específicos.....	3
2.3. Hipótesis	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. Generalidades de los murciélagos	4
3.1.1. Clasificación y distribución de murciélagos	5
3.2. Importancia ecológica y económica de los murciélagos	6
3.3. Murciélagos de México	8
3.3.1. Murciélagos del Norte de México	8
3.4. Estaciones del año.....	9
3.5. Ecolocalización en Murciélagos	9
3.6. Métodos de muestreo	10
4. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1. Ubicación del área de estudio.....	12

4.2.	Características físicas del área de estudio.....	15
4.3.	Trabajo de campo	18
4.3.1.	Grabación de actividad de murciélagos (Detección Acústica)	21
4.3.2.	Colocación de redes de niebla	21
4.4.	Trabajo de gabinete	22
4.4.1.	Identificación de especies	22
4.4.2.	Curvas de acumulación de especies	23
4.4.3.	Índice de diversidad de Margalef (diversidad alfa α)	24
4.4.4.	Índice de similitud de Jaccard (diversidad beta β).....	24
5.	RESULTADOS	26
5.1.	Riqueza de especies.....	26
5.2.	Abundancia.....	28
5.3.	Parámetros climáticos.....	29
5.4.	Curvas de acumulación de especies	30
5.5.	Índice de diversidad de Margalef (diversidad alfa α).....	31
5.6.	Índice de similitud de Jaccard (Diversidad beta β).....	31
6.	DICUSIÓN	33
6.1.	Riqueza de especies.....	33
6.2.	Índice de diversidad de Margalef (diversidad alfa α).....	36
6.3.	Índice de similitud de Jaccard (diversidad beta β)	37
7.	CONCLUSIONES.....	38
8.	RECOMENDACIONES	40
9.	LITERATURA CITADA	41
10.	ANEXOS	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Clasificación de Murciélagos en México (Suborden-Familia-Subfamilia) (Tomado de Medellín et al., 2007).	6
Figura 4.2. Ubicación del Cañón de San Lorenzo (Elaborado con datos proporcionados por PROFAUNA).	14
Figura 4.3. Ubicación de los transectos (estaciones de muestreo) y redes de niebla (Elaborado con datos proporcionados por PROFAUNA).	20
Figura 4.4. Parámetros evaluados de los pulsos de ecolocalización.	22
Figura 5.5. Espectrograma de pulsos de ecolocalización de las 19 especies de murciélagos registradas a través del detector acústico Echo Meter Touch 2, correspondiente al Cañón de San Lorenzo.	27
Figura 5.6. Dendrograma de la similitud entre especies en general elaborado a partir del método UPGMA.	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Principales especies presentes en el Cañón de San Lorenzo agrupadas por familias.	16
Tabla 4.2. Coordenadas geográficas de ubicación de redes de niebla	18
Tabla 4.3. Coordenadas Geográficas de los sitios de muestreo para el Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila, México.	19
Tabla 5.4. Riqueza y abundancia de especies registradas para el Cañón de San Lorenzo	28
Tabla 5.5. Promedio de los parámetros climáticos para las estaciones del año en el Cañón de San Lorenzo	30
Tabla 5.6. Resultados obtenidos del índice de Margalef para cada estación del año	31
Tabla 5.7. Valores resultantes del Índice de similitud de Jaccard	32

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 5.1. Proyección de curva de acumulación de especies ajustado a la ecuación de Clench con datos de murciélagos en el Cañón de San Lorenzo.....	30
---	----

RESÚMEN

Los murciélagos son elementos vitales en el ecosistema, son uno de los grupos más diversos en el planeta solo superado por los roedores con un sorprendente registro de 1300 especies a nivel mundial, 139 reportados para México y 30 para el estado de Coahuila. Estos mamíferos son desconocidos para la sociedad, sin conocer las importantes funciones que ejercen en el ambiente. El objetivo principal de esta investigación es determinar la diversidad de murciélagos presentes en el Cañón de San Lorenzo en Saltillo, Coahuila, para las diferentes estaciones del año, evaluados durante el 2019 y 2020. Dichas evaluaciones se realizaron durante cuatro noches consecutivas por mes guiados de fases lunares, es decir, evitando la luna llena. Para el monitoreo en campo se empleó un detector acústico para posteriormente identificar las especies, se instalaron redes de niebla en corrientes de agua y se utilizó un anemómetro para la toma de parámetros climáticos. Se registró un total de 1680 minutos de grabación obteniendo 419 llamados de ecolocalización de murciélagos (detector acústico y redes de niebla). Con la ayuda de catálogos de firmas vocales de murciélagos se identificaron 19 especies de murciélagos agrupadas en 10 géneros y dos familias Molossidae (cinco especies) y Vespertilionidae (14 especies), resultando el 13.67 % de las especies registradas en México y para Coahuila el 67.86 %. El índice de diversidad de Margalef demostró que el verano posee el valor más alto ($D_{Mg}=3.914$), seguido por otoño ($D_{Mg}=3.384$). La similitud de Jaccard entre estaciones se observó durante el verano-otoño con $I_J=0.895$ (89 %) y otoño-invierno $I_J=0.889$ (89 %), en general la mayoría de las especies identificadas están presentes en todas las estaciones (11 de 19 especies). Se demostró que la riqueza de especies para el Cañón de San Lorenzo es alto, y que la estacionalidad influye en la actividad y presencia de murciélagos, debido a las variables climáticas que se presentan.

Palabras claves: Diversidad, Estacionalidad, Riqueza, Detección acústica, Ecolocalización.

XCH'AKULAB'IL

Ja Sots' jumasa'i', ye'n wa skoltaye' ja lumk'inali' sok ti' wa snolo sb'aje' b'a k'ik'inal, ye'n mas jel a'aye' ja yal chan it ja b'a sut satk'inali', ti' nochan bá spatik ja tuktukil yal chan jastal ch'o'oj, ja b'a spetsanal sut satk'inali' ta'ub'al 1300 tuktukil yal sots', ja b'a Mexico ta'ub'al 130, jaxa b'a Coahuila ta'ub'al 30. Ja yal chan jumasa' iti' mi lekuk wa x-iljiye' yuj ja kristyano'i', yuj ja mi xna'xi' ta wa xmakuniye' ja b'a lumk'inal iti'. Ja a'tel iti' wa xmakuni b'a oj sje' janek' yal tuktukil sots' wa xtax ja b'a tuktukil yajtab'il jab'il ja b'a Cañón San Lorenzo b'a Saltillo, Coahuila, ja a'tel iti' stulu yi' b'a jab'il 2019 sok b'a jab'il 2020. Ja sb'a'al ja a'tel iti' tsonxi tik'anxta chane' akwal, ja' k'elxi ta mi b'ut'eluk ay ja nan ixawi'. Ja b'a sk'eljel ja yal chan jumasa' iti', yamxi jun yal tak'in b'a wa sjoko ja yok'el wa xya' yi' ja tuktukil yal sots'i', jachuk ilxi jas stipo yal sots'iluk wa xtaxi, cha och maya ja b'a uk'um jumasa' b'a jachuk oj yamxuke' ja yal chan iti', sok k'elxi ta wa x-och ik', ta ay che'ej, ma ta mi jel poxeluk ja b'a wa xk'elxiye'i'. Ja yib'anali k'ulxi grabar 1680 minuto, jaxa ja yok'el ja yal sots' jumasa'i' tax k'eljel 419 (ja' k'elxi sok ja yal tak'in wa sjoko yok'ele'i' sok ja maya b'a yamxiye'i'). Sts'akatal ja tuktukil a'tel k'ulub'ali' ilxi janek' yal sots' jumasa' ay. Tax k'eljel 19 tuktukil yal sots', yib'anale' wa sk'uxuwe' yal us, tax k'eljel jo'e' Molossidae sok 14 yal sots' Vespertilionidae, ja' b'a yib'anal ja Mexico taxel 13.67%, jaxa b'a Coahuila taxel 67.86%. Ja índice Margalef sje'a ke ja b'a yixawil verano mas jel jitsan tax ja yal sots'i' (DMg=3.914), tixa nochan ja otoño (DMg= 3.384). Cha k'elxi jastik yal sots'iluk wa x-ajyi ja b'a snajtil ja jab'ili' sts'akatal ja índice Jaccard tax ja b'a verano-otoño IJ= 0.895 (89%), jaxa ja b'a otoño-invierno tax IJ= 0.889 (89%), jachuk jexi ke yib'anal ja yal chan jumasa' iti' wa xtax ja b'a snajtil yajtab'il jab'ili' (11 ja b'a 19). Jexi ke ja b'a Cañón San Lorenzo jel jitsan tax ja yal tuktukil sots'i', b'ob' k'ulxuk ja a'tel iti' yuj ja k'elxi lek jas yajtab'il jab'il wa sje'a sb'aj ja yal sots' jumasa'i', sok jas yajtab'il mey smalo'il sat k'inal.

St'ilanil yaljel: Tuktukil, Yajtab'il jab'il, Slekilal, Sk'eljel yok'el yal sots', Paywanel.

Traducción revisada por la Lingüista Tojol-ab'al **María Rosalinda Vázquez Hernández**.

ABSTRACT

Bats are vital elements in the ecosystem, they are one of the most diverse groups on the planet, only surpassed by rodents with an amazing registration of 1,300 species worldwide, 139 reported for Mexico and 30 for the state of Coahuila. These mammals are unknown to society, without knowing the important functions they perform in the environment. The main objective of this research is to determine the diversity of bats present in the San Lorenzo Canyon in Saltillo, Coahuila, for the different seasons of the year, evaluated during 2019 and 2020. Said evaluations were carried out during four consecutive nights per month guided by lunar phases, that is, avoiding the full moon. For field monitoring, an acoustic detector was used to later identify the species, mist nets were installed in water currents and an anemometer was used to take climatic parameters. A total of 1680 minutes of recording was recorded, obtaining 450 calls for echolocation of bats (acoustic detector and fog nets). With the help of catalogs of vocal signatures of bats, 19 species of bats were identified grouped into 10 genera and two families Molossidae (five species) and Vespertilionidae (14 species), resulting in 13.67% of the species registered in Mexico and 67.86 for Coahuila %. Margalef's diversity index showed that summer has the highest value ($DMg = 3,914$), followed by autumn ($DMg = 3,384$). Jaccard's similarity between seasons was observed during summer-autumn with $IJ = 0.895$ (89%) and autumn-winter $IJ = 0.889$ (89%), in general most of the identified species are present in all seasons (11 of 19 species). It was shown that the species richness for the San Lorenzo Canyon is high, and that seasonality influences the activity and presence of bats, due to the climatic variables that occur.

Keywords: Diversity, Seasonality, Wealth, Acoustic Detection, Echolocation.

1. INTRODUCCIÓN

Los murciélagos pertenecen al orden Chiróptera, que significa animales con alas en las manos y son uno de los grupos de mamíferos más diversos del planeta ocupando el segundo lugar en cuanto a su diversidad, sólo superado por los roedores, con registros alrededor de 1300 especies en todo el mundo (Zárate-Martínez *et al.*, 2012; Aguilar y Aréchiga, 2011; Fenton y Simmons, 2015), de los cuales México presenta 139 especies endémicas (10.69 % a nivel mundial) (Ceballos y Arrollo, 2012; Ramírez-Pulido *et al.*, 2014). En el estado de Coahuila se tienen registros de 30 especies de murciélagos, representando el 21.58 % del total de especies del país (Espinosa-Martínez *et al.*, 2016; Ramírez-Pulido *et al.*, 2018).

Estos seres vivos poseen una característica única entre los mamíferos, siendo esta la capacidad de volar, pudiendo atravesar áreas abiertas y extender sus áreas de refugio, alimento y a su vez adaptarse para producir y recibir sonidos mediante un sistema de ecolocalización que les sirve de guía para comunicarse, orientarse y alimentarse en pleno vuelo (Rodríguez-San Pedro *et al.*, 2014; Mejenes-López y Vallarino-Moncada, 2016; Contreras *et al.*, 2010; Hernández Huerta, 2015).

Debido a la gran diversidad que presentan, los murciélagos tienen un gran impacto ecológico en diferentes niveles de las comunidades que conforman, a tal punto que se les ha catalogado como especie clave por los papeles que juegan en la evolución, estabilidad y funcionamiento de los ecosistemas: controladores de plagas, polinización, dispersión de semillas, nichos ecológicos, siendo considerados como indicadores ecológicos de calidad de hábitat (Zárate-Martínez *et al.*, 2012; Estrella *et al.*, 2014).

Este grupo de animales se puede localizar en elementos Neárticas y Neotropicales, este último es donde el orden Chiroptera representa el 30% de la fauna de mamíferos en México (Ceballos y Arita, 1997). Es por ello que la presente investigación tiene como objetivo evaluar la diversidad de murciélagos para las diferentes estaciones del año y obtener un panorama completo de la diversidad de murciélagos presentes en el Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila.

2. OBEJETIVOS

2.1. General

Determinar la diversidad de especies de murciélagos presentes para las cuatro estaciones del año (primavera-verano otoño-invierno) en el Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila.

2.2. Específicos

- Determinar la riqueza de especies de murciélagos con presencia en el Cañón de San Lorenzo.
- Determinar la estación con mayor diversidad de especies
- Elaborar una biblioteca de pulsos de ecolocalización para la identificación de murciélagos correspondiente al cañón de San Lorenzo.
- Determinar la influencia de los factores climáticos como posible respuesta a la presencia de murciélagos.

2.3. Hipótesis

La presencia de murciélagos presentes en el Cañón de San Lorenzo está influenciada por factores climáticos como; el cambio de temperatura, velocidad del viento, humedad relativa y sus tipos de vegetación.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Generalidades de los murciélagos

En Darmstadt, ubicado en Alemania fue donde se encontraron los fósiles más antiguos conocidos de los murciélagos, el cual datan del periodo Eoceno (Cerca de 50 millones de años), con estructuras óseas muy bien definidas, así como las alas (antebrazo), lo que significa que el origen de los murciélagos a partir de otros mamíferos, han estado evolucionando hace más de 50 millones de años (Sánchez, 1998).

El concepto de Chiroptera viene del griego keyros=mano y ptera=ala, mamíferos sólo superados por los roedores, constituyen uno de los grupos más peculiares e interesantes, siendo el único taxón dentro de los mamíferos capaces de volar, concentrando sus actividades en horas crepusculares (Torres y Guevara, 2010; Martín-regalado y Briones-Salas, 2016).

Dentro de este grupo de mamíferos, existe una amplia variedad de tamaños, colores y de alimentación, donde la mayoría de ellos se alimentan de insectos, otros de frutas, néctar-polen, peces, sangre de otros animales (domésticos, aves, roedores) y un dato interesante es que pueden alimentarse de otros murciélagos (Martín-regalado y Briones-Salas, 2016).

Moreno Valdés (1996), menciona que la mayoría de las especies de murciélagos sólo ocupan sitios con características especiales de temperatura y humedad, ya que pasan la mayor parte de su vida en sus refugios reflejando sus requerimientos fisiológicos, reproductivos y sociales (cuevas, minas, troncos y follaje de árboles).

3.1.1. Clasificación y distribución de murciélagos

Los murciélagos habitan diversos ecosistemas en el mundo, que van desde las selvas tropicales hasta la línea de la tundra, pasando por sabanas y bosques, sin embargo, la mayor diversidad de murciélagos se encuentra en los trópicos (Moreno Valdés, 1996).

Existen dos grandes subórdenes de murciélagos divididos en: Microchiroptera con la mayor riqueza de especies del gremio insectívora, distribuyéndose en casi todo el mundo, con excepción de algunas islas y los polos, siendo los más comunes en las regiones tropicales debido a la compleja presencia de alimentos (insectos y otros invertebrados); y la Megachiroptera que a diferencia de la primera, tienen un sistema de ecolocalización no tan desarrollado y son de mayor tamaño, además son conocidos como las especies llamadas “Zorras voladoras” con una distribución específica en África, Asia tropical, Australia y Oceanía, generalmente frugívoro y nectarívoros-polinívoros, en general se encuentran distribuidos en casi todos los rincones del planeta (Sánchez, 1998; Torres y Guevara, 2010).

Las 139 especies registradas en México son pertenecientes al suborden Microchiroptera, clasificándose de la siguiente manera de acuerdo a Medellín *et al.*, (2007) (Figura 3.1):

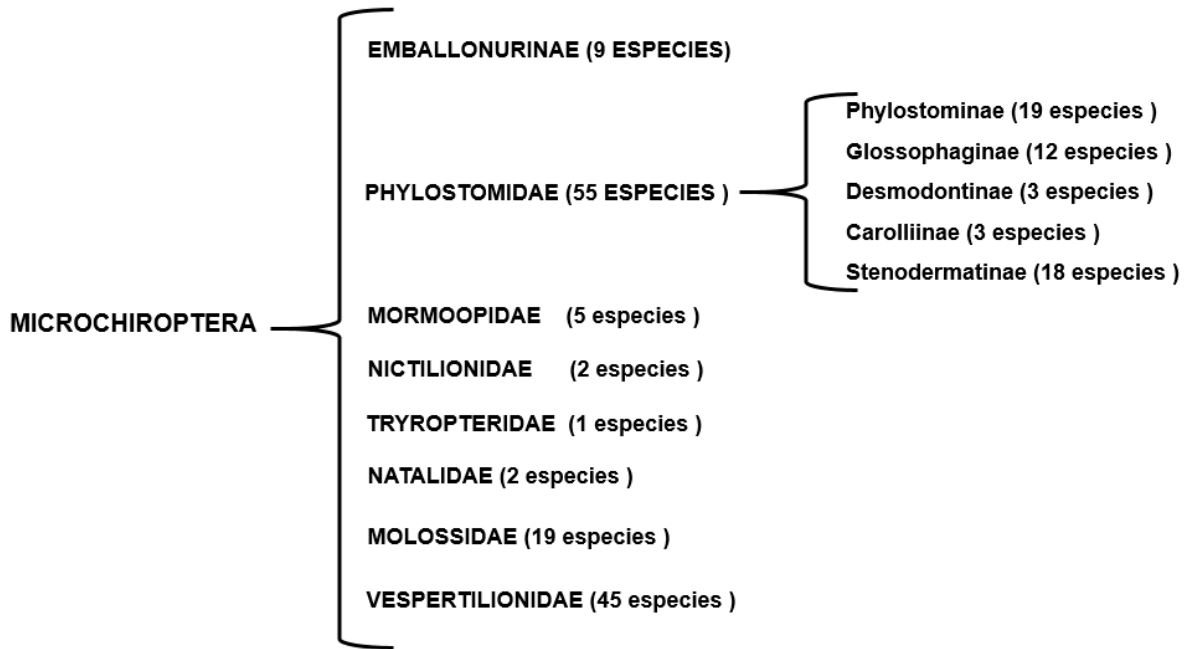


Figura 3.1. Clasificación de Murciélagos en México (Suborden-Familia-Subfamilia) (Tomado de Medellín et al., 2007).

Ramos Enríquez (2012), señala que los murciélagos pertenecientes al suborden Microchiroptera, poseen un cuerpo de tamaño pequeño, lo que influye en su alimentación, debido a su tamaño y el esfuerzo de vuelo, tienen un alto gasto de energía, por lo que necesitan consumir gran cantidad de alimentos.

3.2. Importancia ecológica y económica de los murciélagos

Décadas atrás y hasta en la actualidad son pocas las personas que conocen la importancia de las funciones y el impacto de los murciélagos en los ecosistemas y sobre todo en economías locales (Moreno Valdés, 1996).

Los murciélagos desempeñan papeles importantes en el funcionamiento de los ecosistemas; en conjunto, actúan como polinizadores (polen-néctar), dispersores de semillas, consumidores de insectos y otros artrópodos, hospederos de parásitos, especies bioindicadoras, creadores de nichos ecológicos y fertilizadores del suelo

distribuyendo nutrientes a través del guano (Zárate-Martínez *et al.*, 2012; Kasso y Balakrishnan, 2013). Lo anterior posiciona a los murciélagos como especies clave en la estabilidad de los ecosistemas además de que son un grupo de animales sensibles al deterioro de su hábitat, en otras palabras, son indicadores de calidad de hábitat.

Dentro de sus hábitos alimenticios, un murciélago es capaz de capturar 600 mosquitos en una hora, por lo que las grandes poblaciones pueden llegar a consumir hasta toneladas de insectos por noche (Muñoz *et al.*, 2003; Sánchez, 1998). Mientras que los nectarívoros poseen la capacidad de desplazarse a una distancia cerca de los 100 kilómetros por noche para visitar aproximadamente 400 flores, sin embargo, se calcula que más de 500 variedades de plantas neotropicales son polinizadas por estos animales (Rojas y Noguera, 2012; Muñoz *et al.*, 2003). Los frugívoros son catalogados como excelentes modelos de dispersión de semillas al recorrer grandes distancias y sobre todo en áreas abiertas donde otros dispersores se les dificulta llegar, con la capacidad de defecar en pleno vuelo, dispersando entre dos y cinco veces más semillas que las aves (Casallas-Pabón *et al.*, 2017; Medellín *et al.*, 2007; León Barbosa, 2010).

Estos servicios ecosistémicos que ejercen los murciélagos, impactan directamente en aspectos de la economía local de las poblaciones humanas. Por ejemplo, el guano de los murciélagos insectívoros se usa como fertilizante ya que es rico en nitrógeno, fósforo y micronutrientes que nutren al suelo, disminuyendo el uso de plaguicidas, mientras que los dispersores de semillas colaboraran en la regeneración de frutas, maderas finas, fibras y bebidas; por otro lado, la enzima de la saliva del *Desmodus rotundus* es estudiada como una alternativa segura y eficaz en el tratamiento de los derrames cerebrales y problemas de arteriosclerosis; así mismo el sistema de ecolocalización que emiten los murciélagos para localizar objetos, son estudiados para crear sistemas médicos de ultrasonido y para la fabricación de implantes para personas con problemas de sordera, trayendo

consigo beneficios económicos a la sociedad (Guevara *et al.*, 2015; Muñoz *et al.*, 2003; Zárate-Martínez *et al.*, 2012).

3.3. Murciélagos de México

En México se han encontrado restos fósiles de murciélagos, tal es el caso del estado de Nuevo León con dos sitios importantes de estos fósiles con una antigüedad de más de 10 mil años, encontrándose cinco especies fósiles de las cuales hoy en día viven tres de ellas; el murciélago magueyero grande (*Leptonycteris nivalis*), murciélago moreno (*Eptesicus fuscus*) y el murciélago canoso (*Lasiurus cinereus*), mientras que las ya extintas fueron; el vampiro pleistocénico (*Desmodus stochi*) y el murciélago orejón (*Plecotus retralophodon*), (Moreno Valdés, 1996).

La mayor riqueza de especies de murciélagos de México lo albergan las tierras bajas tropicales en el sureste y sumando las especies de áreas templadas ubicadas en el norte del país, representan las quinta parte de riqueza de murciélagos del mundo (Sánchez, 1998).

3.3.1. Murciélagos del Norte de México

Diversas investigaciones han demostrado la riqueza de es especies de murciélagos que se distribuyen en el Norte de México, por mencionar algunos de los estados con su respectiva riqueza de especies acorde a estudios realizados, tenemos los siguientes:

Nuevo León con un registro de 36 (25.89 % a nivel nacional) (Moreno Valdés, 1996); en Durango. López-González (2003), reporta 51 especies, representando el 36.4 % a nivel nacional; para Chihuahua, 31 especies (el 22.1 % a nivel nacional) (López-González y García-Mendoza, 2006); en Coahuila con 30 especies, 21.58 % a nivel nacional (Ramírez-Pulido *et al.*, 2018); para Tamaulipas con 44 especies (81.81 % de las especies de murciélagos registrados en el estado y el 31.43 % para México)

(Vargas-Contreras y Hernández-Huerta, 2001); en Sinaloa se reportan 50 especies, representando el 37.5 % a nivel nacional (Hortelano-Moncada *et al.*, 2016); en Sonora se reportan 38 especies, (27.14 % nivel nacional) (Castillo-Gómez *et al.*, 2010).

3.4. Estaciones del año

La presencia de murciélagos en determinadas áreas está influenciada por temporadas lluviosas y secas, así como las estaciones del año (Ortiz Badillo, 2015), esto se debe a la dieta alimenticia, un ejemplo de ello, las especies pertenecientes al gremio Frugívora (temporada de frutas) y nectarívora (polen-néctar), el cual dependen de la floración de ciertas plantas con que se alimentan y no florecen en todo el año, lo mismo pasa con las temporadas de frutas (Cornejo-Latorre *et al.*, 2011).

Las comunidades de murciélagos varían en dependencia de la temporada como resultado a la concentración de agua, refugio y alimento, independientemente en la época del año, lo cual concentra la diversidad de murciélagos en puntos con este tipo de condiciones (Aguirre Obando, 2016). Algo importante es que se ha estipulado que la reproducción de los murciélagos es generalmente estacional, principalmente en las especies de ambientes tropicales que a diferencia con las de ambiente templada, presentan diferentes patrones reproductivos a lo largo del año (Tuttle y Stevenson 1982 citados por León Martínez, 2004).

3.5. Ecolocalización en Murciélagos

Los murciélagos han desarrollado un sistema de ecolocalización como estrategia de guía para orientarse en pleno vuelo, ya sea para la captura de sus presas, o detectar objetos a través de la ecolocalización que emiten, los cuales son inaudibles para el ser humano (Rizo-Aguilar *et al.*, 2015). La capacidad de navegar por ecolocalización, consisten en emitir una serie de pulsos de alta frecuencia a través

de la laringe, mejor conocidos como sonidos ultrasónicos, chocando con cualquier obstáculo que se encuentra a su paso durante su navegación y el sonido regresa (eco) al murciélago, permitiéndoles navegar y capturar sus presas dentro de una completa oscuridad (Aguilar y Aréchiga, 2011).

Este sistema de ecolocalización ha servido para el estudio de estos mamíferos, ya que además del uso de redes de niebla, también se ha implementado desde décadas atrás estudios sobre la detección acústica y los pulsos de ecolocalización emitidos en las actividades de murciélagos permitiendo la identificación de especies, haciendo más amplio los registros que se tienen de estos quirópteros, sin la necesidad de capturarlos (Rizo-Aguilar *et al.*, 2015).

De acuerdo a García y Mancina (2011), el gremio insectívora, es el más diverso en cuanto a las características de las señales de ecolocalización (frecuencia, duración, intensidad, etc.), ya que están relacionados con el tipo de área en el que forrajean así como el tipo de insectos que capturan; para el forrajeo en espacios abiertos; los llamados de ecolocalización son relativamente largas y de frecuencias bajas, mientras que en el forrajeo dentro de la vegetación o en los caminos producen señales de duración corta y media.

3.6. Métodos de muestreo

El estudio de murciélagos se ha facilitado en parte por el avance tecnológico, mediante el uso de detectores acústicos, demostrando así el interés de la comunidad de investigadores de la mastozoología en el uso potencial y aplicaciones de la detección acústica, contribuyendo a generar información para futuras investigaciones relacionadas a los murciélagos (García Luis, 2012).

Los métodos más empleados de muestreo para el estudio de la diversidad de murciélagos son; métodos directos que se refiere al muestreo con redes de niebla, el cual permite obtener información valiosa como: sexo, edad, estado reproductivo,

y los métodos indirectos que hace referencia al uso de detectores acústicos para las especies no susceptibles a ser capturados en redes de niebla debido al sofisticado llamado de ecolocación que poseen, ya que pueden detectar la red y evadirlo (Rizo-Aguilar *et al.*, 2015, Guevara *et al.* 2015).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del área de estudio

La Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé (ZSCE), se ubica en el Sureste del estado de Coahuila, abarcando los municipios de Saltillo y Arteaga, formando parte de la Sierra Madre Oriental ubicada entre los 25° 15' 00"–25° 25' 58.35" Latitud Norte y entre los 100° 45' 14.5"–101° 05' 3.8" de Longitud Oeste (Marines Gómez, 2016; Barragán Santiago, 2007). Colinda al Norte con la carretera 57 (México-Piedras Negras) al Oeste con la carretera 54 (Saltillo-Zacatecas) (Figura 4.2). Históricamente ha sido parte del progreso y desarrollo de los municipios de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga, siendo el principal abastecedor de agua de la ciudad de Saltillo, entre otros servicios ambientales como la regulación del clima y espacios para la recreación al aire libre, hasta que en 1937 se decretó como Zona de Protección Forestal y en 1981 se presentó un plan de manejo para el Cañón de San Lorenzo, sin que ésta pudiese continuar, hasta que el 15 de octubre de 1996 el Gobierno del Estado decreta oficialmente 25,768 hectáreas como Zona Sujeta a Conservación Ecológica (Periódico Oficial, 1996; Marines Gómez, 2016).

El Cañón de San Lorenzo se encuentra en el Noroeste de la Sierra de Zapalinamé, ubicándose en la Región Biogeográfica Neártica, donde es común la presencia de los bosques de pinos y encinos (Marines Gómez, 2018), con una superficie total de 2,415.494 hectáreas, representando el 9.5 % de la superficie de la ZSCE Sierra Zapalinamé.

De acuerdo con Macías Hernández (2015) cuenta con un alto valor natural, escénico, siendo refugio de muchas especies; entre ellos los murciélagos. Sin

embargo, también presenta áreas frágiles, críticas y vulnerables por la presencia de visitantes. Se ubica en las coordenadas geográficas 25° 20' Latitud Norte y de 100° 59' Longitud Oeste; a una altitud que va desde los 1900 a poco más de los 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Ramírez-Pulido *et al.*, 2018).

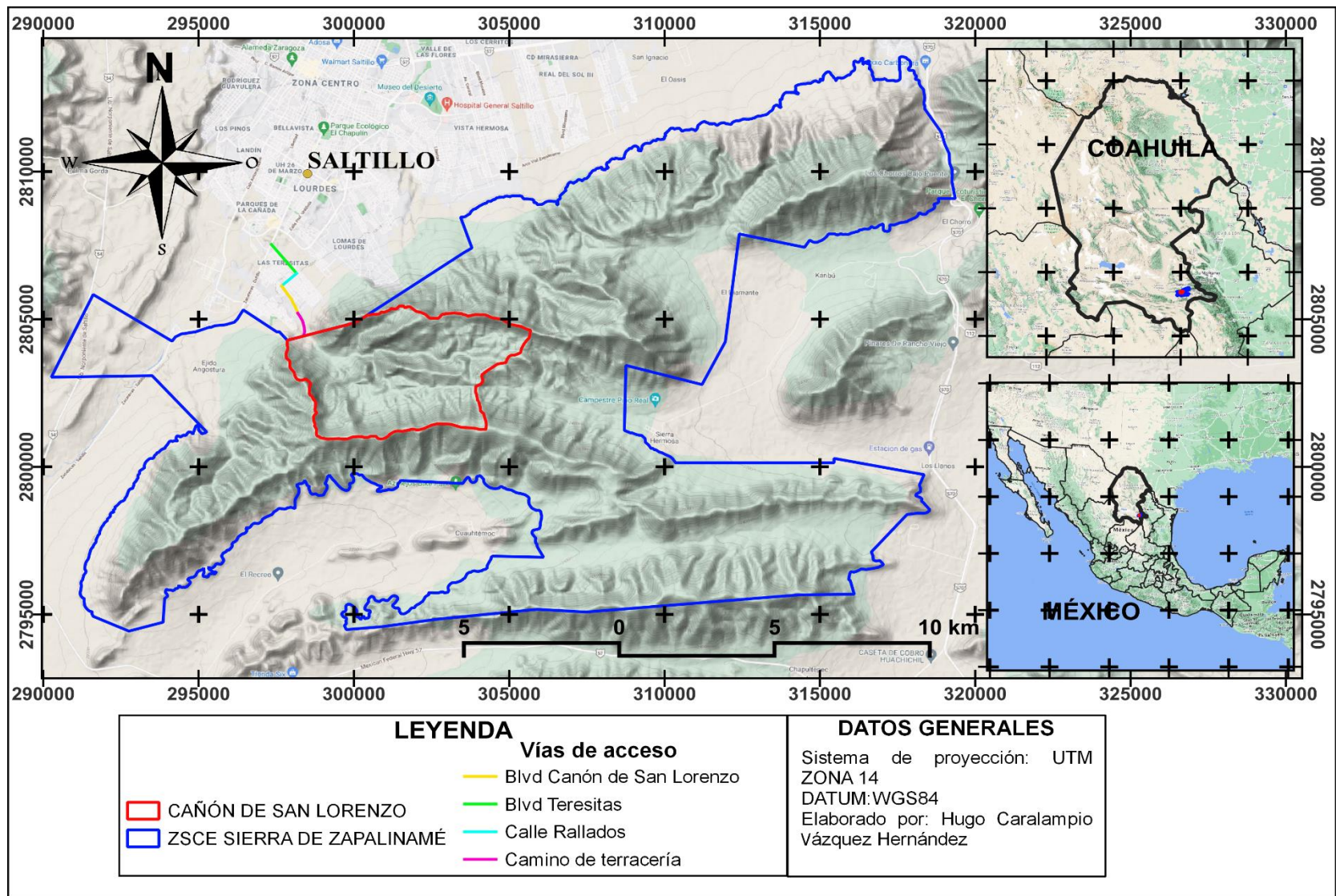


Figura 4.2. Ubicación del Cañón de San Lorenzo (Elaborado con datos proporcionados por PROFAUNA).

4.2. Características físicas del área de estudio

Fisiografía

La ZSCE Sierra de Zapalinamé junto con el Cañón de San Lorenzo, pertenecen a la subprovincia fisiográfica de la Gran Sierra Plegada; el macizo incluye valles, planicies y montañas, dicho plegamiento se manifiesta de diferentes maneras, su forma topográfica más notoria es de fuertes a ondulados y paralelos alargados; cuyas crestas reciben el nombre de “anticlinales” y los valles de “sinclinales” (Encina-Domínguez *et al.*, 2019; Macías Hernández, 2015).

Suelos

En el área de trabajo se presentan tres tipos de suelos; el Litosol, siendo el más común de ellos, ya que cubren aproximadamente el 63 % de la superficie; seguido de Regosol Éutico con 34 %, el Xerosol Halpico presente en aproximadamente 2% (Marines Gómez, 2018).

Hidrología

De acuerdo a Barragán Santiago (2007), la red hidrográfica es la vertiente del Golfo de México y cuencas cerradas del Norte, región hidrológica 24 “Bravo Conchos”, Cuenca hidrológica B y subcuenca e, debido al sistema montañoso de gran relieve, donde el suelo es relativamente uniforme y resistente a la erosión y el agua fluye como resultado de las pendientes que existen en la sierra; se presentan únicamente corrientes intermitentes en época de lluvias que descienden de las partes altas de la sierra y pies de monte hacia los valles, con patrones de corriente dendríticos y paralelos con desagüe en los valles, aportándole material aluvial.

Vegetación

El área que ocupa el Cañón de San Lorenzo podemos encontrar una amplia distribución de bosque de encino, concentrándose en el área la mayor parte de este tipo de vegetación, con la presencia de *Quercus gregii* como la especie dominante, seguidas por *Quercus sideroxyla*, *Pinus gregii* y *Quercus rugosa*, con escasa presencia de *Quercus saltillensis*. A manera más explícita se encuentran principalmente las especies señaladas en la Tabla 4.1, construidas con base en la información de: Sánchez Salinas (2019), Encina-Domínguez *et al.*, (2019), Marines Gómez (2018) y PROFAUNA, (2008).

Tabla 4.1. Principales especies presentes en el Cañón de San Lorenzo agrupadas por familias.

Familia	Nombre científico
Fagaceae	<i>Quercus gregii</i>
	<i>Quercus saltillensis</i>
	<i>Quercus sideroxyla</i>
	<i>Quercus rugosa</i>
	<i>Quercus laceyi</i>
	<i>Pinus gregii</i>
	<i>Pinus pinceana</i>
Pinaceae	<i>Pinus arizonica</i>
	<i>Pinus cembroides</i>
	<i>Abies vejarii</i>
Asteraceae	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
Asteraceae	<i>Argeratina ligustrina</i>
Asteraceae	<i>Argeratina saltillensis</i>
Garryaceae	<i>Garrya glaberrima</i>
Lamiaceae	<i>Salvia regla</i>
Solanaceae	<i>Steve berlandieri</i>
Agavaceae	<i>Agave gentryi</i>
Cactaceae	<i>Opuntia robusta</i>
Asparagaceae	<i>Yucca carnerosana</i>
Arecaceae	<i>Brehea berlandieri</i>

Es importante destacar que la especie *Brahea berlandieri* es considerada relictica, desarrollándose únicamente en las condiciones presentes en el área de estudio.

Fauna

El Área de estudio es considerado como la única zona confirmada de anidación de la guacamaya enana (*Rhynchopsitta terrisi*); también se confirma la distribución del Oso Negro. (*Ursus americana*) dentro del Cañón de San Lorenzo como uno de los parajes con mayor número de registros, se hace hincapié con las especies mencionadas ya que además de ser especies emblemáticas para el Cañón de San Lorenzo, están enlistados en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies en peligro de extinción (P) (PROFAUNA, 2008).

El Cañón de San Lorenzo es un área de distribución de otras especies, contando con los siguientes registros (PROFAUNA, 2008):

Aves; Tecolote occidental (*Otus kennicottii*), Guajolote norteño (*Meleagris gallopavo*), Chara copetona (*Cyanocitta stelleri*), Codorniz arlequín (*Cytronyx montezumae*), Chachalaca (*Ortalis vetula*) y Sitta enana (*Sitta pygmea*).

Anfibios: Salamandra pie plano (*Chiropetrotriton chiropetrus*).

Mamíferos: Murciélago trompudo (*Choeronycteris mexicana*) y Tlalcoyote (*Taxidea taxus*).

Reptiles: Cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*), Culebra chirrionera (*Coluber flagellum*), Lagartija espinosa real (*Scleroporos oberon*).

Peces: Carpa obispa (*Dionda episcopa*) y Carpita de Saltillo (*Gila modesta*).

4.3. Trabajo de campo

Se establecieron ocho transectos con una longitud de 1000 m, de manera que se pudiera fijar tres estaciones por cada transecto a una distancia de 500 m. del uno al otro, sumando un total de 24 estaciones efectivas de muestreo.

Los transectos fueron distribuidos de manera que abarcara la mayor parte del área que ocupa el Cañón de San Lorenzo (Figura 4.3), considerando dos aspectos importantes: La elevación; factor que define los tipos de vegetación, los factores climáticos (temperatura, velocidad del viento, humedad relativa) y por ende la presencia de fauna y el tipo de acceso; es importante resaltar este aspecto, ya que existen áreas de difícil acceso, principalmente por seguridad, sobre todo porque los muestreos se llevan a cabo en horas nocturnas.

En la figura 4.3 se considera la red hidrológica para la ubicación de redes de niebla; ya que los cuerpos de agua son puntos estratégicos en la captura de murciélagos, debido a la disponibilidad de alimento (Ramos Enríquez, 2014).

A continuación se dan a conocer las coordenadas de los sitios de muestreo con redes de niebla (Tabla 4.2) y sitios con el detector acústico (Tabla 4.3).

Tabla 4.2. Coordenadas geográficas de ubicación de redes de niebla

REDES	COORDENADAS	
	X	Y
RED_1	300488	2803873
RED_2	300616	2803826
RED_3	301521	2803824
RED_4	301654	2803861
RED_5	301070	2802942
RED_6	301113	2802856

Tabla 4.3. Coordenadas Geográficas de los sitios de muestreo para el Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila, México.

TRANSECTOS	ESTACIONES	COORDENADAS	
		X	Y
1	1	303312	2803843
	2	302872	2803608
	3	302422	2803831
2	4	301442	2803885
	5	300922	2803940
	6	300439	2803790
3	7	299481	2803716
	8	298994	2803899
	9	298707	2804216
4	10	301068	2802947
	11	300782	2802942
	12	300683	2803195
5	13	299081	2802459
	14	299211	2802968
	15	299465	2803396
6	16	300545	2804673
	17	300150	2804346
	18	299995	2803854
7	19	299629	2802786
	20	299926	2803114
	21	299705	2803398
8	22	300987	2802457
	23	300518	2802269
	24	300117	2802512

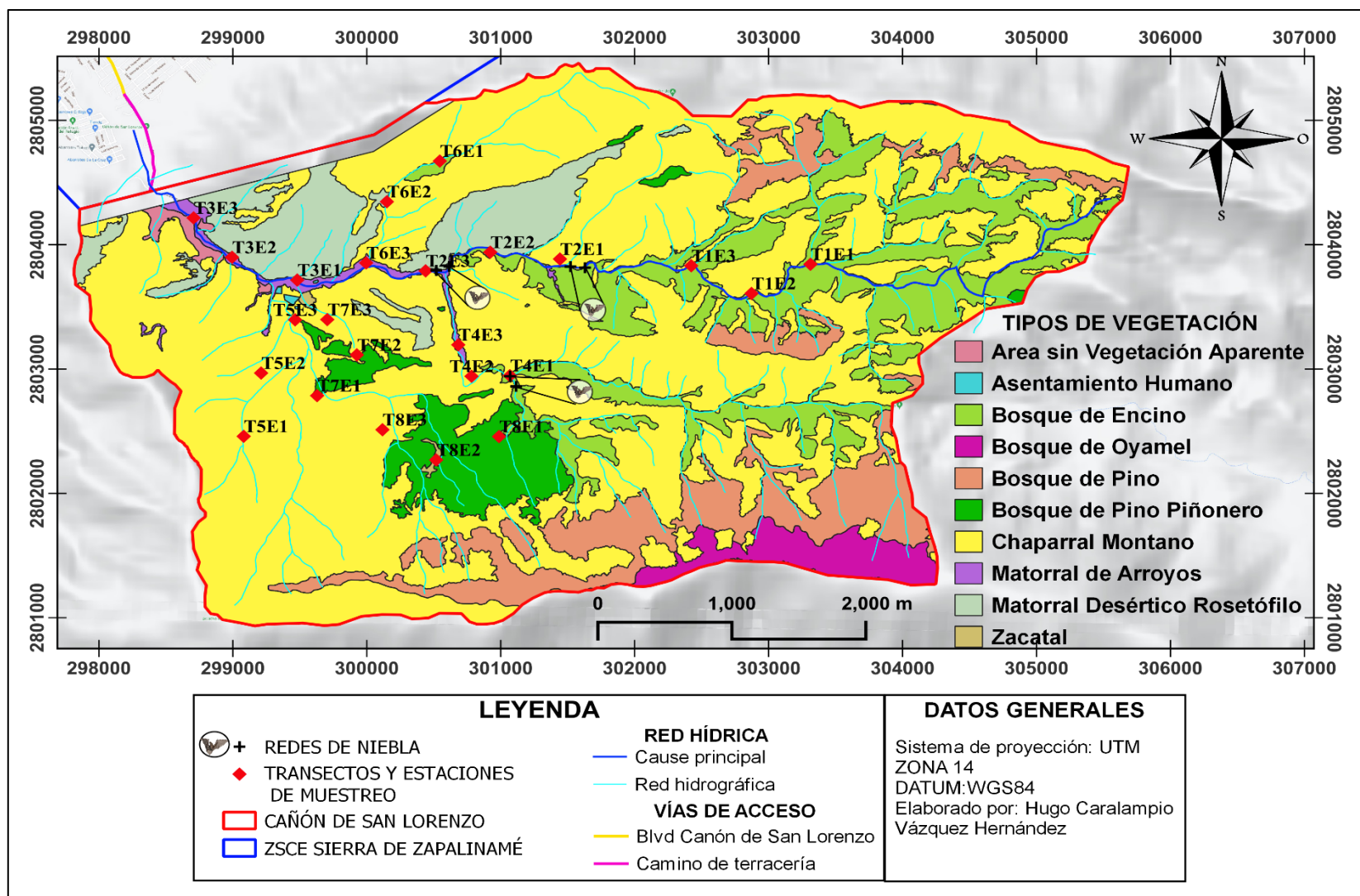


Figura 4.3. Ubicación de los transectos (estaciones de muestreo) y redes de niebla (Elaborado con datos proporcionados por PROFAUNA).

Para llevar a cabo esta investigación, los muestreos se efectuaron en dos años diferentes; el primer muestreo fue realizado en el año 2019 por Sánchez Salinas (2019), llevándose a cabo en los meses de febrero, marzo y abril correspondientes a las estaciones de invierno y primavera. Mientras que el segundo muestreo se realizó en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2020, abarcando la estación de verano, otoño e invierno, realizados por cuatro noches consecutivas por mes.

4.3.1. Grabación de actividad de murciélagos (Detección Acústica)

Para el registro de actividades de murciélagos, se empleó un detector acústico Echo meter Touch 2, adaptable a teléfonos Android, con la ayuda de un teléfono Samsung S4 Android, descargando una app Echo meter Touch Bat Detector, con la configuración; distribución de murciélagos en Norte América, lo que permite registrar las especies que tienen distribución en el Norte de México y además para obtener un registro de actividades en tiempo real. Se grabaron 10 minutos por cada estación de muestreo.

En el lapso de grabación, se registraron parámetros climáticos como; temperatura (°C), humedad relativa (%HR), velocidad del viento (m/s), dirección del viento y nubosidad (0-100 %). Para medir la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento se utilizó un Anemómetro digital portátil 4 en 1, para la dirección del viento se determinó con la ayuda de un GPS Garmin GPSMAP 78 y de guía para localizar los puntos de muestreo.

4.3.2. Colocación de redes de niebla

Se establecieron tres transectos en áreas estratégicas con existencia de cuerpos de agua, determinando dos estaciones de muestreo por transecto donde se colocaron redes de niebla de 2.5 x 3 m a una distancia de 100 m (Figura 4.3). Las redes se estuvieron monitoreando por cada 30 minutos con la finalidad de que los

murciélagos capturados no se lastimen estando en la red y a la vez para tener más probabilidad de captura. Para los muestreos del 2019 y 2020 se colocaron un total de 28 redes de niebla (4 redes por mes), permaneciendo abiertas desde las 19:00 hasta las 00.00 horas.

4.4. Trabajo de gabinete

4.4.1. Identificación de especies

Los registros obtenidos se procesaron en el Software BatSound Pro, con la siguiente configuración de Fourir Fast Transform (FFT): FFT: 1024, FFT window: Hanning. Para la identificación de especies, donde se midieron los siguientes parámetros: Frecuencia Máxima (FMax kHz), Frecuencia Mínima (FMin kHz), Frecuencia Media (FMed en kHz), Duración del Pulso (DP m/s) y el Intervalo de pulsos (IP m/s) (Figura 4.4).

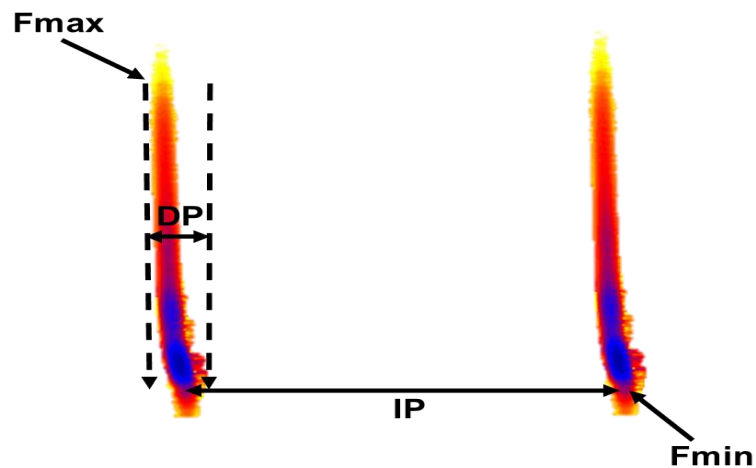


Figura 4.4. Parámetros evaluados de los pulsos de ecolocalización.

Para dicho análisis, se tomaron medidas a cinco pulsos por cada llamado de ecolocalización registrando valores máximos y mínimos y un promedio de estos datos, junto con los parámetros climáticos registrados en campo. De igual manera

se determinó el estatus de conservación acorde a las NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), para una completa información de las especies identificadas concentradas en una base de datos de excel.

La identificación fue a nivel de especies, con base a los pulsos de ecolocalización. Estos datos se compararon con firmas vocales identificadas en artículos científicos y tesis como referencia, realizados por; Ayala-Berdon *et al.*, (2020), García Luis (2012), León-Tapia y Hortelano-Moncada (2016), Ortiz Badillo (2015), Orozco-Lugo *et al.*, (2013), O’Farril (1997), Pérez Ortiz (2019) y Sánchez Salinas (2019).

Para la identificación de los individuos capturados en las redes de niebla, se hizo posible con las claves de campo de Medellín *et al.*, (2007) para la Identificación de los murciélagos de México.

4.4.2. Curvas de acumulación de especies

Para conocer el esfuerzo de muestreo aplicado, se generó una curva de acumulación de especies. Los datos empleados fueron riqueza (S estimada) y los sitios de muestreo (Samples), se calcularon en el programa EstimateSWin versión 9.1.0 (Colwell, 2013), aleatorizando 100 veces los datos obtenidos por noche, con la finalidad de que la curva no se viera afectada.

La curva de acumulación de especies muestra un panorama sobre la calidad del muestreo (Jiménez y Hortal, 2003). Para evaluar la calidad del muestreo se empleó la ecuación de Clench (el más recomendado para estudios en sitios de áreas extensas). La expresión matemática es la siguiente:

$$S_n = \frac{a \cdot n}{1 + (b \cdot n)}$$

Donde

a = es la tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario

b = es un parámetro relacionado con la forma de la curva

n = es el número total de individuos

4.4.3. Índice de diversidad de Margalef (diversidad alfa α)

El índice propuesto para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, es el Índice de Margalef, que transforma el número de especies por muestra a una proporción, donde las especies son añadidas por expansión de la muestra y que relaciona el número de especies de acuerdo con número total de individuos (Moreno, 2001), es decir, se basa en la relación entre número total de especies (S) y el número total de individuos observados (N), que se incrementa con el tamaño de la muestra. La diversidad Alfa (α), se determinó en función a la riqueza de especies por cada estación del año. La fórmula es la siguiente:

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Dónde:

S= Número de especies registradas

N= Número total de registros de actividad (Pases) de todas las especies

4.4.4. Índice de similitud de Jaccard (diversidad beta β)

La diversidad Beta (β) expresa el diferencial entre la diversidad de un hábitat (diversidad α) y la diversidad total de un paisaje de hábitats (diversidad-gamma γ): en otros términos, la diversidad beta representa la diversidad de especies entre hábitats que no está compartida (Carmona y Carmona, 2013).

Se obtuvo mediante el coeficiente de similitud de Jaccard (Índice con datos cualitativos), donde el intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001). La fórmula empleada para este índice es la siguiente:

$$I_J = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

5. RESULTADOS

5.1. Riqueza de especies

De los muestreos del 2019 y 2020, se realizaron grabaciones durante 28 noches para los 24 sitios de muestreo, obteniendo 1680 minutos de grabación con el detector acústico, donde se registraron 450 llamados de ecolocalización de murciélagos.

Se colocaron un total de 28 redes de niebla durante los diferentes periodos de muestreo, capturando 11 individuos pertenecientes a cinco especies de la familia Vespertilionidae; tres de *Lasiurus blosevillii* (capturados en primavera), *Lasiurus cinereus* con cinco individuos (cuatro en verano y uno en otoño), uno de *Parastrellus hesperus* y *Myotis thysanodes* (capturados en primavera) y un individuo de *Antrozous pallidus* (capturado en otoño).

Con los datos obtenidos con ambos tipos de muestreo, se registró una riqueza total de 19 especies de murciélagos presentes en el Cañón de San Lorenzo para las cuatro estaciones del año, pertenecientes al gremio insectívora, el cual se agrupan en 10 géneros y dos familias (Vespertilionidae y Molossidae); la mejor representada fue la familia Vespertilionidae con 14 especies (73.68 %) y Molossidae con cinco especies (26.32 %), dicha riqueza representa el 13.67 % de las 139 especies registradas en México y el 63.33 % para el estado de Coahuila.

Las estaciones que resultaron ser las más representativas en riqueza de especies fueron verano y otoño ambos con 18 especies, posteriormente invierno con 16

y la más baja fue en primavera con 14 especies, en esta última estación sólo hubo un registro de la familia Molossidae (*Molossus rufus*) y el resto vespertilionidos.

De las 21 especies reportadas en la Sierra Zapalinamé por PROFAUNA (2020), se registraron 15 de ellas en la presente investigación, sumando así cuatro especies nuevas para la Sierra: *Eumops perotis*, *Nyctinomops femorosaccus*, *Nyctinomops macrotis* y *Lasiurus borealis*, siendo éstas los primeros registros.

A continuación, se observan los pulsos de ecolocalización de cada una de las especies registradas por medio de la detección acústica (Figura 5.5).

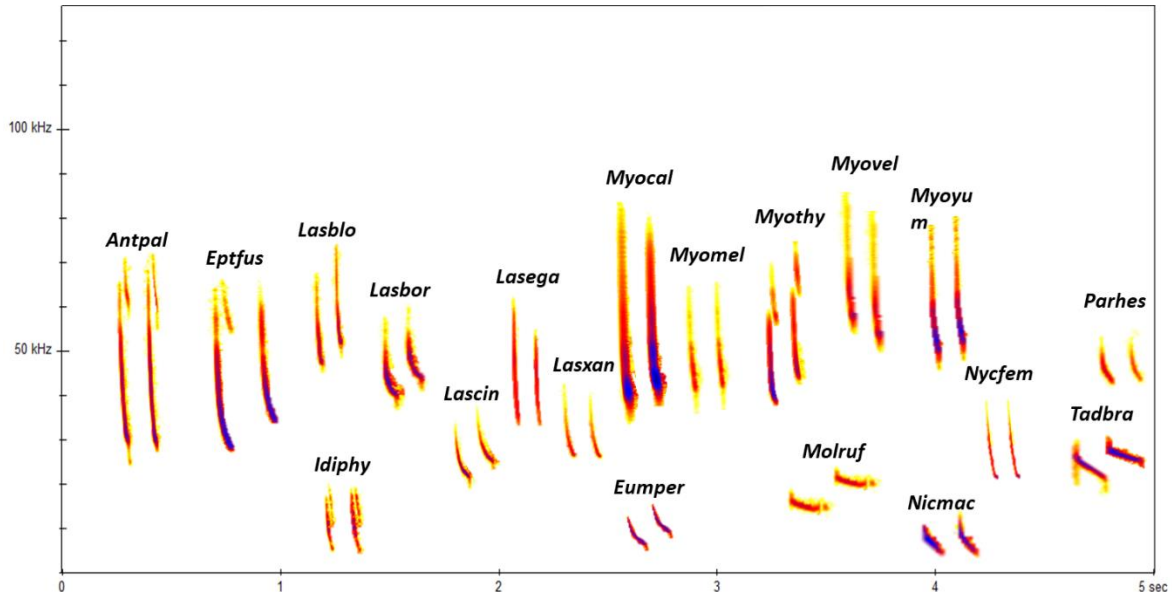


Figura 5.5. Espectrograma de pulsos de ecolocalización de las 19 especies de murciélagos registradas a través del detector acústico Echo Meter Touch 2, correspondiente al Cañón de San Lorenzo.

Antpal: *Antrozous pallidus*, **Eumper:** *Eumops perotis*, **Eptfus:** *Eptesicus fuscus*, **Indphy:** *Idionycteris phyllotis*, **Lasblo:** *Lasiurus blossevillii*, **Lasbor:** *Lasiurus borealis*, **Lascin:** *Lasiurus cinereus*, **Lasega:** *Lasiurus ega*, **Lasxan:** *Lasiurus xanthinus*, **Molruf:** *Molossus rufus*, **Myocal:** *Myotis californicus*, **Myomel:** *Myotis melanorhinus*, **Myothy:** *Myotis thysanodes*, **Myovel:** *Myotis velifer*, **Myoyum:**

Myotis yumanensis, **Nycfem:** *Nyctinomops femorosaccus*, **Nycmac:** *Nyctinomops macrotis*, **Parhes:** *Parastrellus hesperus*, **Tadbra:** *Tadarida brasiliensis*.

5.2. Abundancia

La estación con mayor abundancia fue otoño con 152 individuos, seguido por invierno con 143, primavera con 89 y la más baja verano con 77 individuos. Mientras que en especies la más abundante fue *Tadarida brasiliensis* con 54 individuos y la más baja *Myotis thysanodes* con dos individuos (Tabla 5.4).

Tabla 5.4. Riqueza y abundancia de especies registradas para el Cañón de San Lorenzo

FAMILIA	NOMBRE-CIENTÍFICO	I	P	V	O
MOLOSSIDAE	<i>Eumops perotis</i>	2 ^D	-	2 ^D	6 ^D
	<i>Molossus rufus</i>	5 ^D	1 ^D	13 ^D	18 ^D
	<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	2 ^D	-	3 ^D	3 ^D
	<i>Nyctinomops macrotis</i>	-	-	12 ^D	17 ^D
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	18 ^D	-	6 ^D	30 ^D
VESPERTILIONIDAE	<i>Antrozous pallidus</i>	6 ^D	10 ^D	4 ^{DR}	1 ^D
	<i>Eptesicus fuscus</i>	9 ^D	10 ^D	4 ^D	5 ^D
	<i>Idionycteris phyllotis</i>	2 ^D	6 ^D	2 ^D	11 ^D
	<i>Lasiurus blossevillii</i>	16 ^D	18 ^D	2 ^{DR}	5 ^D
	<i>Lasiurus borealis</i>	1 ^D	-	4 ^D	4 ^D
	<i>Lasiurus cinereus</i>	16 ^D	7 ^{DR}	6 ^{DR}	18 ^D
	<i>Lasiurus ega</i>	13 ^D	5 ^D	1 ^D	3 ^D
	<i>Lasiurus xanthinus</i>	12 ^D	11 ^D	8 ^D	6 ^D
	<i>Myotis californicus</i>	13 ^D	5 ^D	-	5 ^D
	<i>Myotis melanorhinus</i>	-	2 ^D	2 ^D	2 ^D
	<i>Myotis thysanodes</i>	-	1 ^R	1 ^D	-
	<i>Myotis velifer</i>	8 ^D	5 ^D	1 ^D	2 ^D
	<i>Myotis yumanensis</i>	10 ^D	2 ^D	3 ^D	13 ^D
	<i>Parastrellus hesperus</i>	10 ^D	6 ^{DR}	3 ^D	3 ^D
	Total de individuos		143	89	77
Riqueza		16	14	18	18

I= invierno, P=primavera, V= verano, O= otoño, ^D=Detector acústico y ^R= Red de niebla

Las especies más abundante en cada estación fueron; *Tadarida brasiliensis* en invierno (18 individuos) y otoño (30 individuos), *Lasiurus blossevillii* en primavera (18 individuos) y *Molossus rufus* en verano (13 individuos).

5.3. Parámetros climáticos

Dentro de los factores climáticos registrados, se observó que en la temperatura y la nubosidad no presenta diferencia significativa en todo el año, sin embargo, donde sí se observó diferencias es en la humedad y sobre todo en la velocidad del viento, éste último es el que más influye en la presencia de especies de murciélagos, ya que se registró la mayor riqueza en donde se obtuvo la más baja velocidad de viento (verano y otoño).

Respecto a la abundancia, en otoño se registró el mayor número de individuos (152), donde la velocidad del viento promedio fue de 0.72 m/s (valor intermedio), invierno con vientos de 1.24 m/s (con 143 individuos), posteriormente primavera con vientos de 2.05 m/s (el más alto) con 89 individuos y en verano donde se registró la más baja abundancia de individuos (77) con vientos promedios de 0.43 m/s (el más bajo), estas diferencias observadas en la riqueza y la abundancia, mostrando que las especies responden a ciertos niveles de variación climática (principalmente el viento), indicando que algunas de ellas como *Eumops perotis*, *Idionycteris phyllotis*, *Lasiurus blossevillii*, *Lasiurus ega*, *Myotis melanorhinus*, *Myotis thysanodes* y *Myotis velifer* presentaron abundancias no mayores a dos individuos en verano (donde se registró la mayor riqueza), pueden estar restringidas a ciertas área donde presentan determinadas condiciones climáticas.

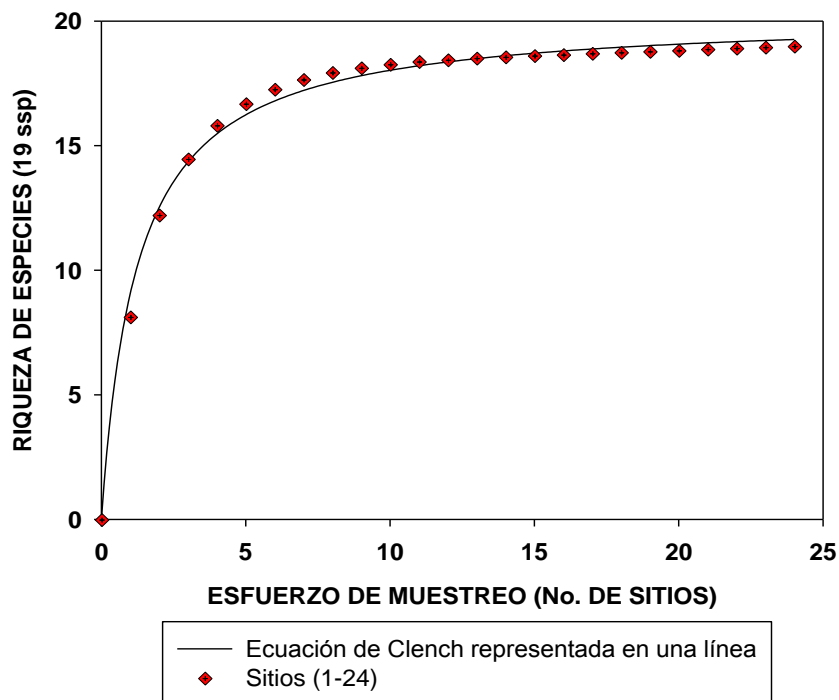
A continuación se presentan los valores promedio de los parámetros climáticos registrados (Tabla 5.5).

Tabla 5.5. Promedio de los parámetros climáticos para las estaciones del año en el Cañón de San Lorenzo

Parámetros climáticos	Estaciones			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Temperatura (°C)	17.55	16.18	18.85	18.12
Velocidad de viento (m/s)	1.24	2.05	0.43	0.72
Nubosidad (%)	5.83	28.13	52.67	13.09
Humedad Relativa (%)	43.15	39.36	74.81	75.41
Abundancia	143	89	77	152
Riqueza	16	14	18	18

5.4. Curvas de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies generada para el Cañón de San Lorenzo, obtuvo un esfuerzo de muestreo del 93.81 %, lo que significa que los muestreos fueron suficientes y satisfactorios para el registro de especies en el área de estudio (Gráfica 5.1).



Gráfica 5.1. Proyección de curva de acumulación de especies ajustado a la ecuación de Clench con datos de murciélagos en el Cañón de San Lorenzo

5.5. Índice de diversidad de Margalef (diversidad alfa α)

Para estimar la riqueza específica de especies (diversidad alfa), fue estimada con base a la riqueza de especies por cada estación del año empleando el índice de diversidad de Margalef (D_{mg}), arrojando resultados con los siguientes valores (Tabla 5.6).

Tabla 5.6. Resultados obtenidos del índice de Margalef para cada estación del año

Índice de diversidad	Estaciones del año			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Margalef	3.022	2.896	3.914	3.384

Los valores obtenidos indican una diversidad muy alta, ya que en ninguna estación está por debajo de 2. El verano presentó el mayor valor en diversidad con 3.914, seguido por otoño con un valor de 3.384 siendo la estación de primavera la que obtiene el valor más bajo con 2.896.

5.6. Índice de similitud de Jaccard (Diversidad beta β)

Con base en el índice de similitud de Jaccard obtenido con las 19 especies registradas para las estaciones del año, verano y otoño son las que comparten el mayor número de especies (17) con el 90 % de similitud (Tabla 5.7), solo las especies *Myotis californicus* y *M. thysanodes* no se comparten en estas estaciones. Mientras que primavera es la estación con la más baja similitud, compartiendo únicamente 11 especies, es decir, el 68 % de similitud respecto a las otras estaciones.

En general, las estaciones comparten la mayoría de las especies registradas con el 77 % (promedio) de similitud, es decir, 11 especies se comparten en todo el año, y estas son: *Molossus rufus*, *Antrozous pallidus*, *Eptesicus fuscus*, *Idionycteris*

phyllothis, *Lasiurus blossevillii*, *L. cinereus*, *L. ega*, *L. xanthinus*, *M. velifer*, *M. yumanensis* y *Parastrellus hesperus*.

Tabla 5.7. Valores resultantes del Índice de similitud de Jaccard

Estaciones del año		Índice de Jaccard	%
Invierno	Primavera	0.67	67
Primavera	Verano	0.68	68
Verano	Otoño	0.90	90
Otoño	Invierno	0.89	89
Invierno	Verano	0.79	79
Primavera	Otoño	0.68	68
Promedio		0.77	77

Representado de otra manera los resultados obtenidos a partir del índice de similitud de Jaccard, se presenta a continuación un dendrograma de similitud de los murciélagos empleando el método UPGMA generalizando el parentesco sobre la compartición de especies que existe en todas las estaciones y en donde podemos observar que el verano y otoño son las estaciones con mayor similitud.

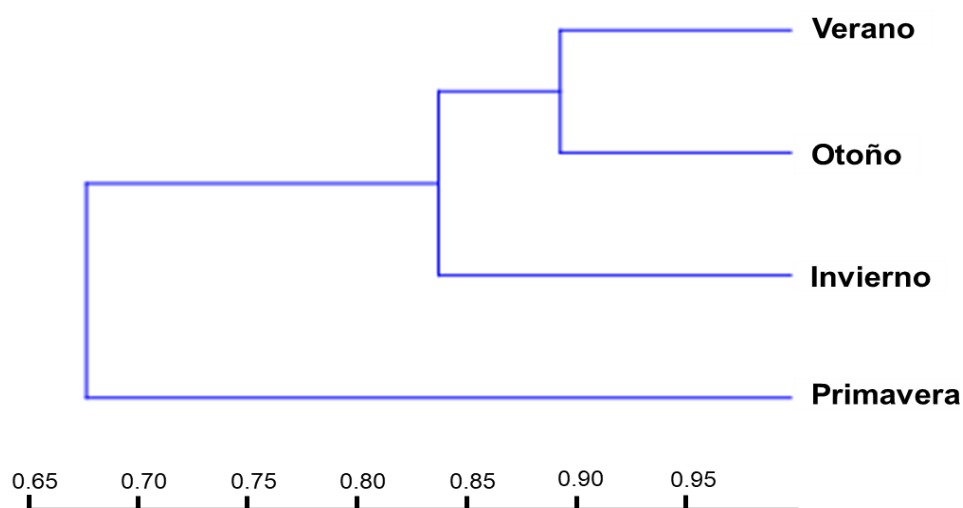


Figura 5.6. Dendrograma de la similitud entre especies en general elaborado a partir del método UPGMA.

6. DICUSIÓN

6.1. Riqueza de especies

La diversidad de murciélagos encontrada en el área, reflejan la importancia de la conservación del Cañón de San Lorenzo, ya que las 19 especies identificadas representan más de la mitad de la riqueza descrita para Coahuila.

Los trabajos de Sánchez Salinas (2019), Pérez Ortiz (2019) y junto con los datos actualizados por PROFAUNA (2020) reportan para la ZSCE Sierra de Zapalinamé 22 especies, de las cuales 16 se registraron en este trabajo, sumando tres nuevas especies para la Sierra; *Eumops perotis*, *Nyctinomops femorosaccus* y *Lasiurus borealis*, mientras que para el Cañón de San Lorenzo se reporta cuatro nuevas especies: *Eumops perotis*, *Nyctinomops femorosaccus*, *Nyctinomops macrotis* y *Lasiurus borealis*.

De las dos familias registradas, la más representativa fue Vespertilionidae, al igual que otros estudios similares realizados en el estado reportan lo mismo; para el municipio de Cuatro Ciénegas se han registrado seis especies (SEMARNAP, 1999); para Hipólito, General Cepeda, cuatro especies (UANL, 2014), todos estos registros son pertenecientes a la familia Vespertilionidae. Lo mismo pasa en los estados vecinos; Chihuahua, Durango y San Luis Potosí, de las especies registradas, la familia Vespertilionidae es la más representativa (López-González y García-Mendoza, 2006; López-González, 2003; García-Morales y Gordillo-Chávez, 2011). Esto mismo fue observado por Ortiz Badillo (2015) en el centro sur del estado de Nuevo León. Lo anterior se debe a que los estados del norte de México están

ubicados en la región Neártica; siendo esta la región a la que pertenece los Vespertilionidos (García-Morales y Gordillo-Chávez, 2011; López y González, 2003), además de que esta familia junto con la Molossidae son las que cuentan con el mayor número de especies y registros en México (Medellín *et al.*, 2007).

Cabe mencionar que el uso de la detección acústica influyó en estos resultados, ya que este método presentó un mayor esfuerzo de muestreo, indicando el alto registro de especies de las familias de Molossidos y principalmente Vespertilionidos; mientras que la baja captura con redes de niebla, se debe a que estas dos familias son del gremio insectívoro, teniendo más desarrollado su sistema de detección acústica, evitando así las redes de niebla, disminuyendo la probabilidad de captura (Rodríguez *et al.*, 2014).

Sin embargo, el uso de redes de niebla y detección acústica sirvieron para complementar el inventario de especies en el área (Pech-Canche *et al.*, 2010), ya que estos métodos de muestreo brindan una información más detallada en cuanto a los pulsos de ecolocalización para la identificación de especies (Ortiz Badillo. 2015, Sánchez Salinas. 2019 y Pérez Ortiz. 219), esto al comparar los pulsos registrados en ambos métodos de muestreo.

Durante el estudio, se reportaron la mayor riqueza durante el verano y el otoño, donde se presentan las condiciones ambientales más favorables, siendo el viento el más influyente en la presencia de murciélagos, ya que cuando aumenta la velocidad, disminuye la actividad, esto mismo reporta Ayuso Oliva (2005), cuando el viento aumenta, la presencia de murciélagos es menor, debido a que disminuye su capacidad en detectar y capturar su alimento, principalmente en insectívoros, ya que los insectos también suelen ser afectados por este mismo factor; por ello la actividad de murciélagos insectívoros aumenta en zonas menos expuestas al viento, proporcionando una mayor abundancia de alimentos (Lewis y Stephenson, 1996 citados por Santos-Moreno *et al.*, 2010). En el presente estudio, se puede observar que durante las estaciones de verano y otoño fue donde se registró la

mayor riqueza de especies, lo cual, es similar a lo que se ha documentado por Núñez-Novas *et al.*, (2014), Ortiz Badillo (2015) y Ramos Enríquez (2014) donde reportaron una mayor riqueza y abundancia de murciélagos en verano y otoño. Además de los factores ambientales, Lourenço *et al.* (2010) menciona que la gran riqueza de especies de murciélagos registrados en el área, se debe en gran parte a la presencia de claros de bosque, senderos y áreas abiertas que proporcionan diversos hábitats de refugio y alimentación para murciélagos.

Algunas de las especies registradas en el presente estudio son considerados como migratorias, ya sea que se desplacen a grandes distancias o solo migren estacionalmente entre los estados de México o bien hasta los Estados Unidos de Norteamérica, tal es el caso del murciélago cola libre (*Tadarida brasiliensis*) donde Tamsitt y Valdivieso, (1970) mencionan que esta especie suele migrar estacionalmente entre EUA y México; migrando a México principalmente en invierno para aparearse y regresan en los meses de primavera a parir en el norte del continente (Constantine, 1967 y Villa-R., 1956, citados por López Vidal *et al.*, 2008), lo que explica el por qué en el presente estudio, siendo el *Tadarida brasiliensis* la especie con mayor abundancia, no se obtuvo ningún registro en primavera.

Por otro lado, la gran mayoría de las especies insectívoras tienen una fenología que suele ser afectada por los factores ambientales, lo que provoca que los murciélagos migran y pueden trasladarse a largas distancias para evitar las condiciones adversas de determinadas estaciones como lo es el invierno y otros hacen la hibernación durante el tiempo frío (Tamsitt y Valdivieso, 1970; Ferreyra-García *et al.*, 2018), tal es el caso de las especies de *Nyctinomops macrotis* (verano-otoño) y *Myotis thysanodes* (primavera-verano) teniendo registros en dos estaciones, principalmente donde se presentan condiciones favorables. Mientras que otras especies, evaden estos factores climáticos, por ejemplo el *Myotis. velifer* que suele estar presente y activa reproductivamente en todo el año (Ferreyra *et al.*, 2018) y esto se vio en el presente estudio, donde la presencia de esta especie estuvo activa en todas las estaciones. Además, depende mucho las condiciones del área, es

decir, si presentan disponibilidad de refugio que favorezcan la presencia de especies (Kraker, 2015), siendo éste el caso del Cañón de San Lorenzo, que presenta condiciones favorables para la presencia de especies, ya que ofrece refugios, corrientes de agua, vegetación densa y condiciones climáticas favorables; consideradas como factores determinantes para que una especie permanezca en determinadas áreas (Moreno Valdés, 1996).

6.2. Índice de diversidad de Margalef (diversidad alfa α)

La diversidad de especies en el Cañón de San Lorenzo se considera alta, ya que ninguno de los valores obtenidos fueron menores a 2, esto acorde al índice de Margalef, donde los más cercanos o superiores a 5 se considera diversidad alta, sin que éstos queden por debajo de 2, de lo contrario se considera como un valor bajo (Margalef, 1951, citado por Mora-Donjuán *et al.*, 2017). Los valores de diversidad alta fueron observados en la cuenca baja del Río Verde en Oaxaca con un índice de 2.198 (Buenrostro *et al.*, 2013), mientras que en la Sierra de Zapalinamé Pérez Ortiz (2019) obtuvo un valor de 3.32 (diversidad alta) y Lourenço *et al.* (2010) también reportó un valor alto de 2.80 en un estudios entre cinco ambientes en el Sur de Río de Janeiro, Brasil.

Por otro lado, los valores bajos se puede observar en un estudio por Tshering *et al.*, (2020), donde obtuvo un valor de 1.34, aplicado en tipos de vegetación en la Región suroeste de Bután.

Todos los valores documentados por los autores antes mencionados, están por debajo comparando con los valores obtenidos en este estudio, donde la mayor riqueza tiene un valor de 3.914, indicando una alta diversidad de especies de murciélagos en el Cañón de San Lorenzo.

6.3. Índice de similitud de Jaccard (diversidad beta β)

Santos-Moreno *et al.* (2010) menciona que los factores climáticos ejercen un claro efecto en la similitud de las especies en las estaciones del año, esto se pudo observar en las estaciones de verano, otoño e invierno con la mayor similitud.

Sin embargo, algunos autores coinciden en que las diferencias que se pueden encontrar, están asociadas a la heterogeneidad de la vegetación, ya que algunas especies pueden estar restringidas a este factor; por mencionar algunos, Lourenço *et al.* (2010), encontró una similitud que van desde 0.44 a 0.81 en cinco ambientes evaluados; mientras que Cando López (2014) reportó para tres tipos de vegetación una similitud de 0.31 a 0.36; Durán y López (2015) también encontró un valor de 0.53 en dos zonas de estudios. Todos estos resultados están relacionados con la estacionalidad en que se realizaron los estudios.

7. CONCLUSIONES

Se acepta la hipótesis propuesta respecto a la influencia que ejercen los factores climáticos en la presencia de murciélagos y por consiguiente las estaciones del año, debido a que los parámetros climáticos registrados fueron evidentes en la actividad de murciélagos (a mayor temperatura y menor viento hay mayor actividad de murciélagos).

El Cañón de San Lorenzo es particularmente rico en especies de murciélagos, contando con un registro de 19 especies, representando más de la mitad de las ya reportadas para el estado de Coahuila.

En los años que se realizó el muestreo, se capturó las especies de *Lasiurus cinereus* y *Myotis thysanodes*, consideradas como migratorias en el Cañón de San Lorenzo.

Se registraron para la Sierra Zapalinamé tres nuevas especies, siendo *Eumops perotis*, *Nyctinomops femorosaccus* y *Lasiurus borealis* y cuatro para el Cañón de San Lorenzo *Eumops perotis*, *Nyctinomops macrotis*, *Nyctinomops femorosaccus* y *Lasiurus borealis*.

Durante los muestreos fue notorio la presencia de insectos, concluyendo en que son pieza clave en la presencia de murciélagos en el Cañón de San Lorenzo, ya que la riqueza registrada pertenece al gremio insectívora.

También fue muy evidente la heterogeneidad del paisaje (vegetación), como otro factor influyente en la presencia de murciélagos, que bien, unos prefieren forrajear en áreas abiertas, otros entre o sobre el dosel de la vegetación.

Se identificaron 17 especies de las 24 registradas para Coahuila que pertenecen a afinidades Neárticas y dos especies Neotropicales (*Molossus rufus* y *Eumops perotis*) de cinco reportadas para el estado.

8. RECOMENDACIONES

Implementar estudios donde incluya monitoreos en luna nueva y luna llena para las estaciones del año y determinar la diferencia, así como la influencia que este factor posee en la actividad de murciélagos.

En investigaciones futuras, es recomendable realizar un enfoque en la reproducción de murciélagos insectívoros y tener un panorama de la importancia de conservación de estos animales.

Realizar una búsqueda en el área para ubicar áreas de refugio (cuevas), ya que esto se sumaría como complemento a los tipos de muestreos y por ende nutrir la información con la que se cuenta actualmente sobre las especies registradas.

9. LITERATURA CITADA

- Aguilar Setién, Á.**, y Aréchiga Ceballos, N. 2011. Los Murciélagos: ¿héroes o villanos? Ciecía. 8 p.
- Aguirre Obando, Y. S.** 2016. Estructura biológica de la comunidad de Murciélagos en el istmo de Rivas 2013-2014. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua. Nicaragua. 68 p.
- Ayala-Berdon, J.**, Medina-Bello, K. I., López-Cuamatzi, I. L., Vázquez-Fuerte, R., MacSwiney G., M. C., Orozco-Lugo, L. and Martínez-Gómez, M. 2020. Random forest is the best species predictor for a community of insectivorous bats inhabiting a mountain ecosystem of central Mexico. Bioacoustics. The International Journal of Animal Sound and its Recording. 22 p.
- Ayuso Oliva, A. M.** 2005. Uso de hábitat de Quiropteros en un área alterada por la construcción de la línea de tren de la alta velocidad en el Sur de la Península Ibérica. Implicaciones para su conservación y estudio de los registros sonoros del Género Pipistrellus. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. 126 (251) p.
- Barragán Santiago, C. A.** 2007. “Recopilación de datos biofísicos y socioeconómicos de la Sierra de Zapalinamé”. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. 61 p.
- Buenrostro Silva, A.**, Antonio Gutiérrez M. y García Grajales J. 2013. Diversidad de murciélagos de la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca. Therya. 6 (16) p.
- Cando López, C. A.** 2014. Evaluación biológica de micromamíferos voladores en la zona de influencia de la Vía Borja-Sumaco, Cantón Quijos. Tesis de maestría. Universidad Internacional del Ecuador. Ecuador. 83 p.

- Carmona Galindo**, V. D., y Carmona, T. V. 2013. La diversidad de los análisis de diversidad. Bioma N° 14. 10 p.
- Casallas-Pabón**, D., Calvo-Roa, N., y Rojas-Robles, R. 2017. Seed Dispersal by Bats Over Successional Gradients in the Colombian Orinoquia (San Martín, Meta, Colombia). Acta Biológica Colombiana. 11 p.
- Castillo-Gómez**, R. A., Gallo-Reynoso, J. P., Egado-Villarreal, J., y Caire, W. 2010. Mamíferos. En: F.E. Molina-Freaner y T.R. Van Devender, eds. Diversidad biológica de Sonora. UNAM, México, pp. 7-17 (421-436.)
- Ceballos**, G., y Arita, H. T. 1997. The mammals of Mexico: distribution and conservation status. Mexican Journal of Mammalogy. 39 p.
- Ceballos**, G., y Arroyo-Cabrales, J. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. Revista mexicana de mastozoología nueva época. 54 p.
- Colwell**, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 9. Persistent <purl.oclc.org/estimates>.
- Contreras García**, M. d., Pérez Pérez, R. A., Arévalo Jiménez, J. A., Sánchez Carrizosa, K., y Mircea G., H. M. 2010. Comparación de la riqueza de especies del orden Chiroptera en México y Colombia. Revista de Divulgación, 12 p.
- Cornejo-Latorre**, C., Rojas-Martínez, A. E., Aguilar-López, M., y Juárez-Castillo, L. G. 2011. Abundancia estacional de los murciélagos herbívoros y disponibilidad de los recursos quiropterófilos en dos tipos de vegetación de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Therya. Vol. 2 (2), 14 p.
- Durán**, A. A. y Pérez, S. C. 2015. Ensamblaje de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en dos zonas del Departamento de Sucre, Colombia. Acta Zoológica Mexicana (n. s.), 31(3): 358-366.
- Encina-Domínguez**, J. A., Villarreal-Quintanilla, J. Á., Estrada-Castillón, E., and Rueda-Moreno, O. 2019. Current situation of the vegetation in the Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Botanical Sciences 97 (4), 19 p.

- Espinosa-Martínez**, D. V., Ríos-Muñoz, C. A., González-Ruiz, N., y Ramírez-Pulido, J. 2016. Mamíferos de Coahuila. *Revista Mexicana de Mastozoología* (Nueva Época), 30 p.
- Estrella**, E., Pech-Canché, J. M., Hernández-Betancourt, S. F., López-Castillo, D., y E. Moreno, C. 2014. Diversidad de murciélagos (chiroptera: mammalia) en dos Zonas Arqueológicas de Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 30 (1) p.
- Fenton**, B. M. and Simmons, N. B. 2014. *A world science and mystery*. Chicago: University of Chicago. 18 p.
- Ferreira-García**, D., Saldaña-Vázquez, R. A. y Schondube, J. E. 2018. La estacionalidad climática no afecta la fenología de murciélagos cavernícolas con dieta omnívora. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 13 (28) p.
- García Luis**, M. 2012. Monitoreo acústico de murciélagos insectívoros en los Valles Centrales de Oaxaca. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional., Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. 67 p.
- García Rivera**, L., y Mancina, C. A. 2011. Murciélagos insectívoros. *Mamíferos en Cuba*, 19 p.
- García-Morales**, R. y Gordillo-Chávez, E. J. 2011. Murciélagos del estado de San Luis Potosí, México: revisión de su conocimiento actual. *Therya*. vol. 2(2): 183-192.
- Guevara Carrizales**, A. A., Salinas Rodríguez, N., y Romero Figueroa, G. 2015. Manual de colecta y guía para la identificación de murciélagos en la Sierra la Laguna. CONANP. 24 p.
- Hernández Huerta**, A. 2015. Murciélagos. Sombras voladoras nocturnas. Para la Ciencia. Nueva Época, 82 p.
- Hortelano-Moncada**, Y., Solano-Arenas, J. E., León-Tapia, M. Á., y Cervantes, F. A. 2016. Mamíferos silvestres de Sinaloa, México. 37 p.
- Jiménez-Valverde**, A., y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 11 p.

- Kasso, M.** and Balakrishnan, M. 2013. Ecological and Economic Importance of Bats (Order Chiroptera). Hindawi publishing corporation. Vol. 2013. Article ID 187415. 10 p.
- Kraker, C.** 2015. La insospechada riqueza de murciélagos en Guatemala. A Puertas Abiertas. Vol.19, núm. 63. pp. 26-29.
- León Barbosa, E.** 2010. Lluvia de semillas efectuada por aves y murciélagos hacia pastizales asociados a un fragmento de bosque seco tropical (Córdoba-Colombia). Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 58 p.
- León Martínez, P. N.** 2004. "Estudio preliminar de los patrones reproductivos de *Dermanura phaeotis* y *Artibeus intermedius* (Chiroptera: Phyllostomidae) en petenes del noroeste de la Península de Yucatán, México". Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 15 (50) p.
- León-Tapia, M. Á.,** y Hortelano-Moncada, Y. 2016. Riqueza de murciélagos insectívoros en una zona de chaparral en el municipio de Tecate, Baja California, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 8 p.
- López-González, C.** 2003. Murciélagos (Chiroptera) del estado de Durango, México: Composición, distribución y estado de conservación. Vertebrata Mexicana, 13:15-23 p.
- López-González, C.,** y García-Mendoza, D. F. 2006. Murciélagos de la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 22 (2)., 27 p.
- López Vidal, J. C.,** Arellano, C. E., Arrollo-Cabrales, J. y Medellín, R. A. 2008. Observaciones sobre movimientos y comportamiento de *Tadarida brasiliensis* mexicana en la Cueva del Salitre, Metztitlán, Hidalgo, México. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.
- Lourenco, E. C.,** Costa, L. M., Silva, R. M. and Esbérard, C. E. L. 2010. Bat diversity of Ilhada Marambaia, Southern Rio de Janeiro State, Brazil (Chiroptera, Mammalia). Braz. J. Biol. Vol. 70, no. 3. p. 511-519.

- Macías Hernández, U.** 2015. Perfil del Ecoturista que Visita el Cañón de Amargos, Arteaga y Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo. 115 p.
- Martín-Regalado, N.** y Briones-Salas, M. 2016. Murciélagos en los alrededores de los parques eólicos del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Boletín de la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos., 18 p.
- Marines Gómez, S. C.** 2016. A 20 años de nuevos hallazgos y nuevos retos: Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra Zapalinamé. Bordeando el Monte, 12 p.
- Marines Gómez, S. C.** 2018. El Aguaje, Programa Especial de Manejo. Protección de la Fauna Mexicana A.C., 38 p.
- Medellín, R. A.,** Sánchez, O., y Arita, H. T. 2007. Identificación de los murciélagos en campo. México: Instituto de Ecología UNAM. 80 p.
- Mejenes-López, S. A.,** y Vallarino-Moncada, A. 2016. Diversidad de murciélagos en dos ecosistemas del Noroeste de Campeche, México. Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 9., 7 p.
- Moreno Valdés, A.** 1996. Murciélagos de Nuevo León nuestros invaluable aliados. Impresora Monterrey. S.A de C.V. Nuevo León, México., 108 p.
- Moreno, C. E.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. MyT–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza., 84 p.
- Mora-Donjuán, C. A.,** Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C. y Castro-Rojas., D. F: 2017. Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. Revista Forestal Mesoamericana KURÚ. 3-5 (8) p.
- Muñoz A., J.,** Cuartas-Calles, C. A. y González, M. 2003. Murciélagos del área jurisdicción de Corantioquia. Corantioquia, Colombia. 18 (352) p. Novitates Caribea 7:83-94 p.
- Núñez-Novas, M. S.,** León, M. Y., Mateo, J. y Dávalos L. M. 2014. Horas de éxodos y estacionalidad de los murciélagos en cuatro cuevas de República Dominicana. 13 p.

- O'Farrell**, M. J. 1997. Use of echolocation calls for the identification of free-flying bats. *Biological Consulting*, 2912 N., 11 p.
- Orozco-Lugo**, L., Guillén-Servent , A., Valenzuela-Galván, D., and T. Arita, H. 2013. Description of the echolocation ultrasounds of eleven aerial insectivorous bats from a tropical dry forest in Morelos, México. *Therya*, 14 p.
- Ortiz Badillo**, R. M. 2015. Diversidad de Murciélagos en un Gradiente Altitudinal en el Estado de Nuevo León, México. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, N.L.166 p.
- Pech-Canché**, J. M., Mac Swimey González, C.y Estrella, E. 2010. Importancia de los detectores ultrasónicos para mejorar los inventarios de murciélagos Neotropicales. *Therya*. Vol1: núm. 3. 10 pp.
- Pérez Ortiz**, J. J. 2019. Comparación de la Diversidad de Eespecies de Murciélagos en Tres Tipos de Vegetación en la Sierra Zapalinamé. Tesis de Licenciatura. Universidad Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila,México. 59 p.
- Periódico Oficial**. 1996. Decreto del Área Natural Protegida, con Carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, un Área de la Serranía conocida como Zapalinamé. *Periódico Oficial del Gobierno del estado de Coahuila*, 69-75 p.
- PROFAUNA**. 2008. Programa Operativo 2008-2012, Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé. *Protección de la Fauna Mexicana A.C*, 19-120 p.
- Protección de la Fauna Mexicana A. C**. 2020. Reporte anual 2020.
- Ramírez-Pulido**, J., N. González-Ruiz 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.
- Ramos Enríquez**, M. D. 2014. Uso de hábitat de los murciélagos (Chiroptera) en laecorregión del desierto del Bajo Colorado, Baja California, México. Tesis de Maestría. Centro de investigación científica y de educación superior de ensenada, Baja California, Bajo Colorado, Baja California, México. 54 p.
- Ramírez-Pulido**, J., González-Ruiz, N., Gardner, A. L., and Arrollo-Cabral, J. 2014. List of Recent Land mammals of México. *Special Publications of the Museum of Texas Tech University*, Number 63. 77 p.

- Rizo-Aguilar**, A., Ávila-Torresagaton, L. G., Fuentes Vargas, I., Lara Nuñez, A. C., Flores Nuñez, G. I. y Albino Miranda, S. 2015. Técnicas para el estudio de los murciélagos. Manual de técnicas del estudio de la fauna, 27 p.
- Rodríguez-San Pedro**, A., Allendes, J. L., Carrasco-Lagos, P., y Moreno, R. A. 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), 58 1 p.
- Rojas Martínez**, A. E., y Noguera Cobos, O. 2012. ¡Dejar de comer gualumbos!, ¿por qué? HERRERIANA. Revista de Divulgación de la Ciencia, 3-4 (34) p.
- Sánchez Salinas**, L. 2019. Diversidad Estacional de Murciélagos para los Mese de Febrero-Abril, en el Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo. 79 p.
- Sánchez**, O., y. 1998. Murciélagos de México. CONABIO. Biodiversitas 20. 1-11 p.
- Santos-Moreno**, A., Ruiz Velázquez, E. y Sánchez Martínez A. 2010. Efecto de la intensidad de la luz lunar y la velocidad del viento en la actividad de murciélagos filostómidos de Mena Nizanda, Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 81:839. 3 (8) p.
- SEMARNAP**. 1999. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatro Ciénegas. Instituto Nacional de Ecología. México. 103 (165) p.
- Tamsitt**, J. R. y Valdiviesco, D. 1970. Los murciélagos y la salud pública. Estudio con principal referencia a Puerto Rico. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana. 19 p.
- Torres Flores**, J. W., y Guevara Chumacero, L. M. 2010. Perspectivas sobre el origen y la filogenia de los murciélagos. ContactoS 77, 5-9 p.
- Tshering**, S., Bahadur Gurung, D., Sherub, K., Dookia, S., Dorji, K. and Choephyel, P. 2020. Bat (Mammalia: Chiroptera) diversity, dominance and richness in the Southwestern region of Bhutan with three new records for the country. Journal of Threatened Taxa. 18 p.
- Universidad Autónoma de Nuevo León**. 2014. Monitoreo de aves y murciélagos en la zona potencial para el desarrollo de un parque eólico en el área de

Hipólito, General Cepeda, Coahuila. Facultad de Biología. Coahuila, México.
28 p.

Vargas-Contreras, J. A., y Hernández-Huerta, A. 2001. Distribución altitudinal de la mastofauna en la reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, núm. 82, pp. 83-109.

Zárate-Martínez, D. G., Serrato-Díaz, A., y López-Wilchis, R. 2012. Importancia ecológica de los murciélagos. *ContactoS*, 85 p.

10. ANEXOS

10.1. Biblioteca de pulsos de ecolocalización para las especies registradas en el Cañón de San Lorenzo.

Fmax (Khz): Frecuencia máxima (Khz)

Fmín (Khz): Frecuencia mínima (Khz)

DP (ms): Duración de Pulso (ms)

IP (ms): Intervalo entre pulsos (ms)

FMaxEst (Khz): Frecuencia máxima estimada (Khz)

Características de promedio y desviación estándar (\pm DE) de los sonidos de ecolocalización murciélagos registrados en el Cañón de San Lorenzo.

Familia	Especie	N	Fmax (Khz)	FMin (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
MOLOSSIDAE	<i>Eumops perotis</i>	10	15.01 \pm 4.06	11.41 \pm 3.94	20.68 \pm 2.73	674.93
	<i>Molossus rufus</i>	37	22.80 \pm 2.76	20.06 \pm 2.81	15 \pm 3.92	478.15
	<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	8	31.50 \pm 5.65	18.08 \pm 4.77	10.21 \pm 3.95	246.30
	<i>Nyctinomops macrotis</i>	29	15.45 \pm 2.79	11.43 \pm 1.78	17.51 \pm 5.28	588.61
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	54	27.94 \pm 2.93	22.26 \pm 2.86	14.50 \pm 3.47	391.10
VESPERTILIONIDAE	<i>Antrozous pallidus</i>	21	52 \pm 3.72	26.84 \pm 1.80	10.81 \pm 2.10	220.37
	<i>Eptesicus fuscus</i>	28	54.98 \pm 3.18	27.99 \pm 0.90	11.29 \pm 2-11	151.20
	<i>Idionycteris phyllotis</i>	21	24.41 \pm 2.73	10.73 \pm 2.15	8.86 \pm 2.78	188.80
	<i>Lasiurus blossevillii</i>	41	61.75 \pm 5.08	45.18 \pm 3.45	6.75 \pm 1.66	145.09
	<i>Lasiurus borealis</i>	9	53.28 \pm 3.93	39.57 \pm 1.12	8.30 \pm 1.68	127.67
	<i>Lasiurus cinereus</i>	47	34.75 \pm 4.23	24.82 \pm 2.53	13.69 \pm 2.48	350.27
	<i>Lasiurus ega</i>	22	51.61 \pm 2.66	30.75 \pm 3.39	8.30 \pm 3.79	161.38
	<i>Lasiurus xanthinus</i>	37	42.58 \pm 6.30	28.41 \pm 2.71	8.83 \pm 2.79	190.12
	<i>Myotis californicus</i>	23	80.45 \pm 9.35	43.87 \pm 2.08	6.10 \pm 0.67	100.77
	<i>Myotis melanorhinus</i>	6	69.57 \pm 4.01	44.35 \pm 5.44	5.07 \pm 0.89	74.09
	<i>Myotis thysanodes</i>	2	53.22 \pm 7.48	29.34 \pm 7.31	7.18	102.98
	<i>Myotis velifer</i>	16	68.34 \pm 9.86	43.65 \pm 6.78	7.81 \pm 1.43	98.01
	<i>Myotis yumanensis</i>	28	68.35 \pm 8.14	44.10 \pm 3.43	6.27 \pm 1.64	110.75
	<i>Parastrellus hesperus</i>	22	51.34 \pm 3.51	42.35 \pm 3.19	7.75 \pm 3.33	211.65
			Total=461			

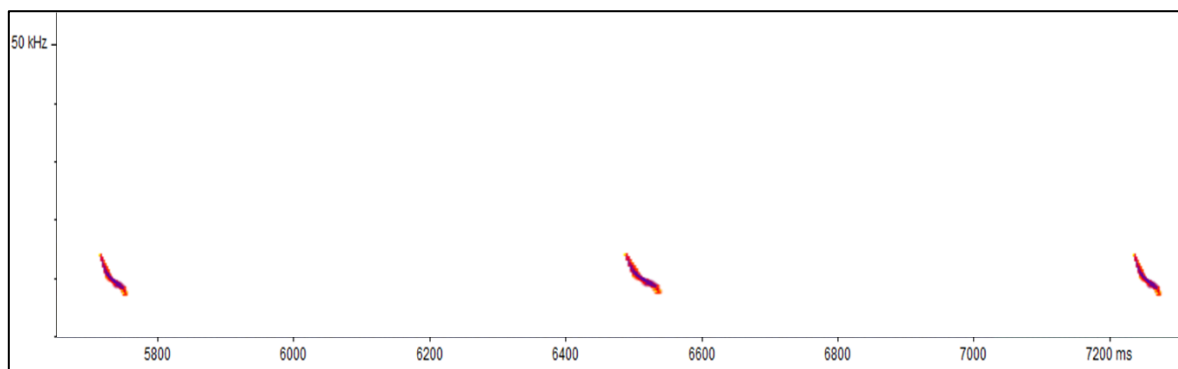
FAMILIA MOLOSSIDAE

❖ *Eumops perotis*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
15.0 ± 4.06	11.4 ± 3.94	20.7 ± 2.73	674.9

Espectrograma

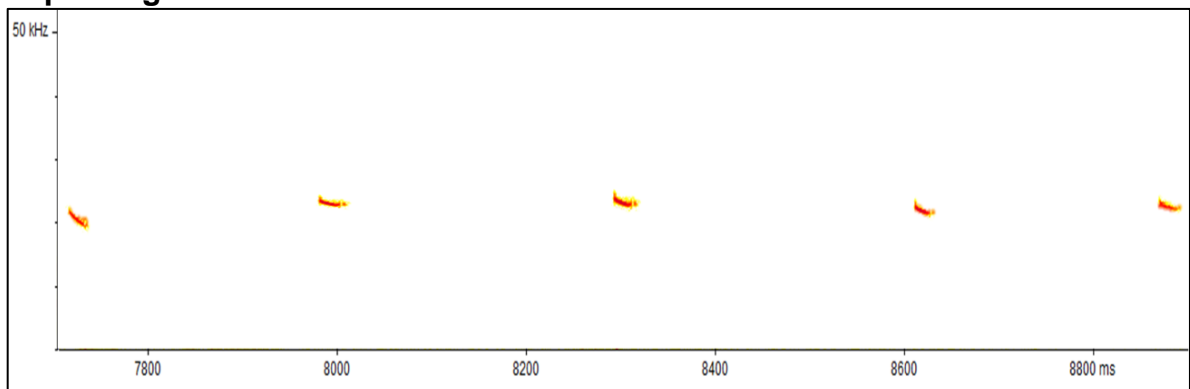


❖ *Molossus rufus*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
22.8 ± 2.76	20.1 ± 2.81	15.0 ± 3.92	478.2

Espectrograma

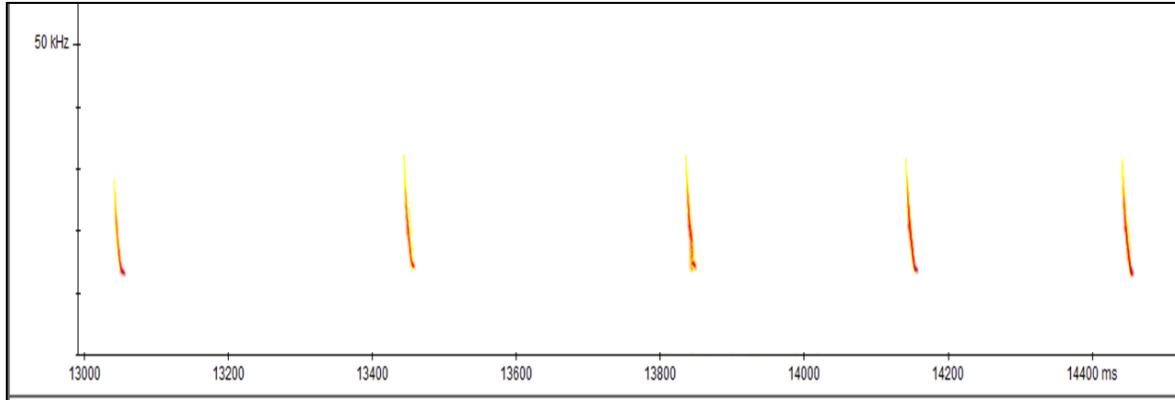


❖ *Nyctinomops femorosaccus*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
31.5 ± 5.65	18.1 ± 4.77	10.2 ± 3.95	246.3

Espectrograma

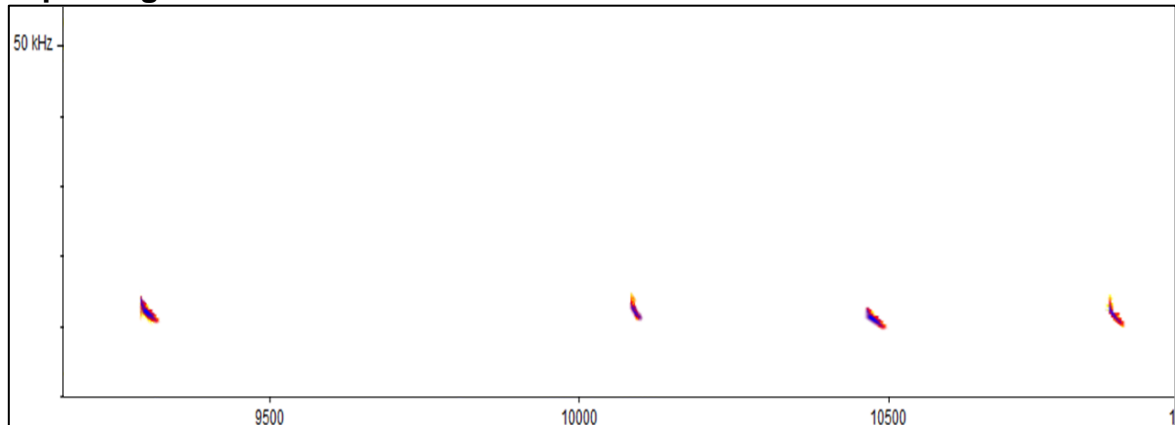


❖ *Nyctinomops macrotis*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
15.5 ± 2.79	11.4 ± 1.78	17.5 ± 5.28	588.6

Espectrograma

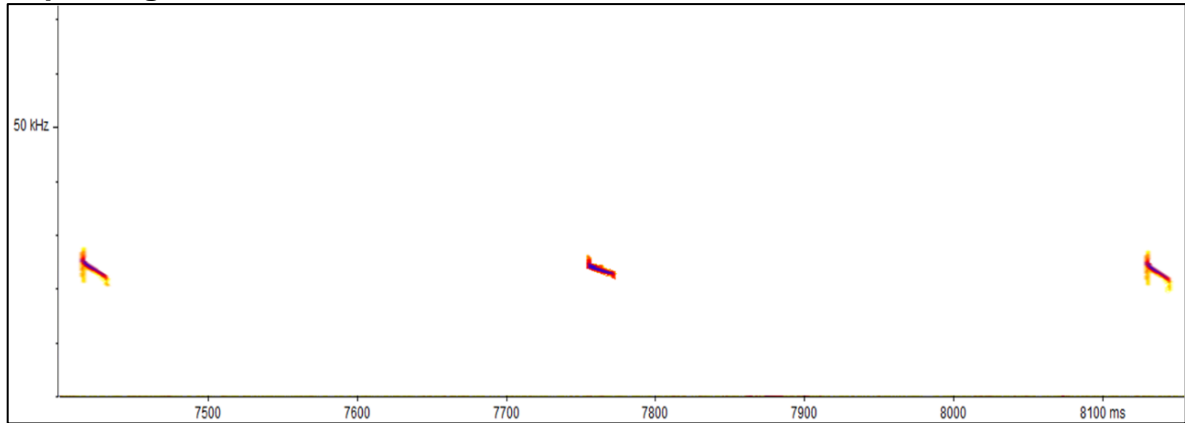


❖ *Tadarida brasiliensis*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
27.9 ± 2.93	22.3 ± 2.86	14.5 ± 3.47	391.1

Espectrograma



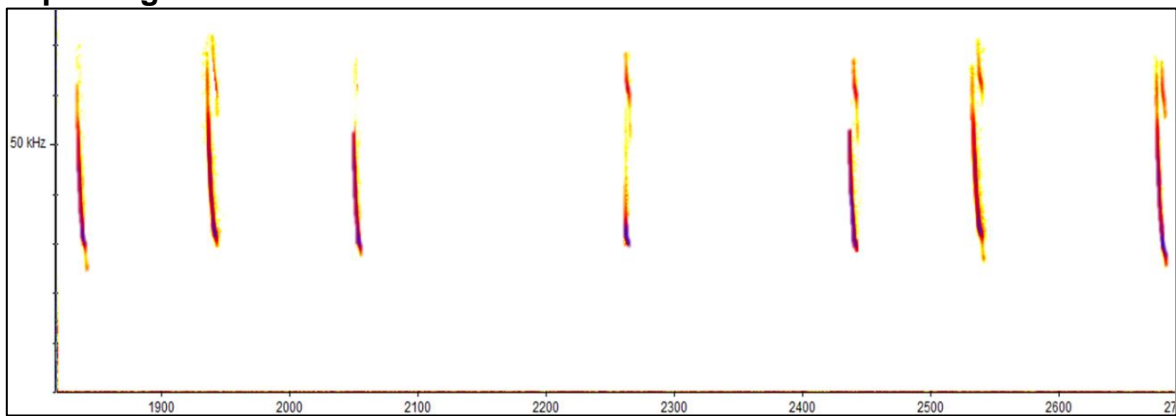
FAMILIA VESPERTILIONIDAE

❖ *Antrozous pallidus*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
52.0 ± 3.72	26.8 ± 1.80	10.8 ± 2.10	220.4

Espectrograma

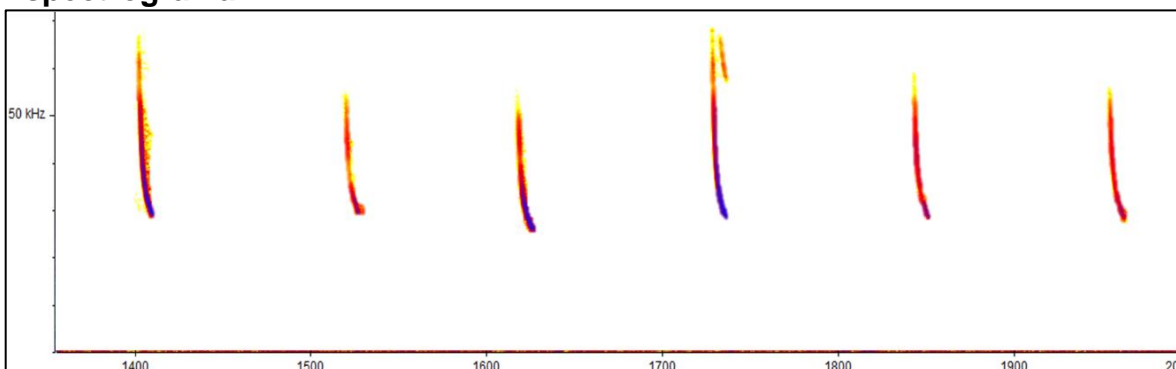


❖ *Eptesicus fuscus*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
54.98 ± 3.18	27.99 ± 0.90	11.29 ± 2.11	151.20

Espectrograma

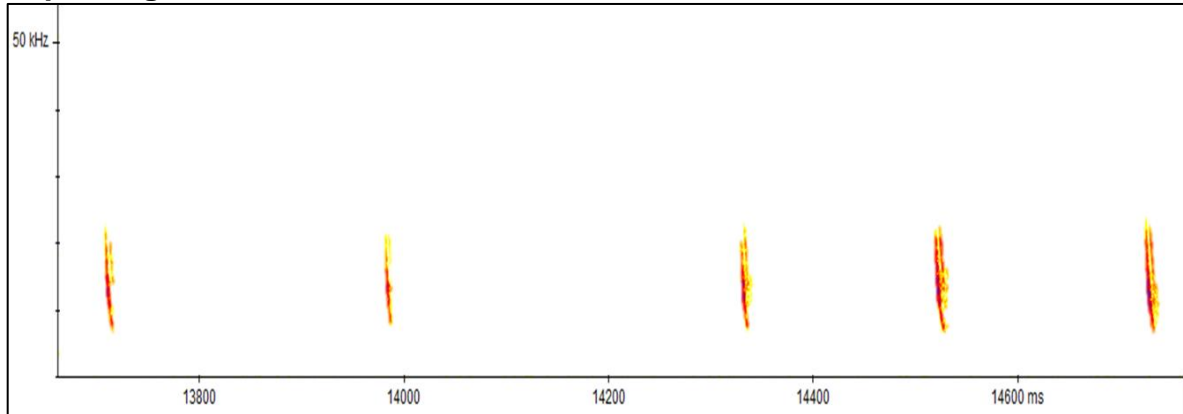


❖ *Idionycteris phyllotis*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
24.4 ± 2.73	10.7 ± 2.15	8.9 ± 2.78	188.8

Espectrograma

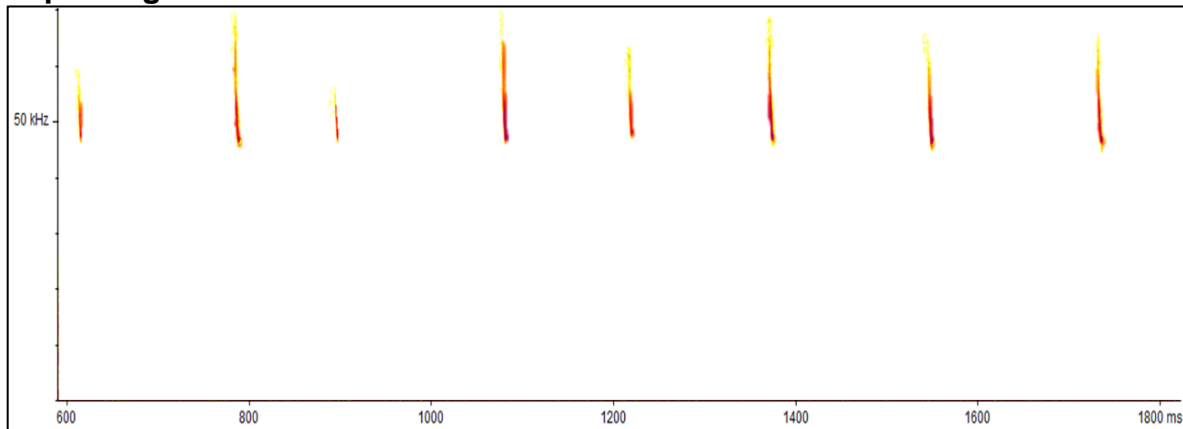


❖ *Lasiurus blossevillii*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
61.7 ± 5.08	45.2 ± 3.45	6.8 ± 1.66	145.1

Espectrograma

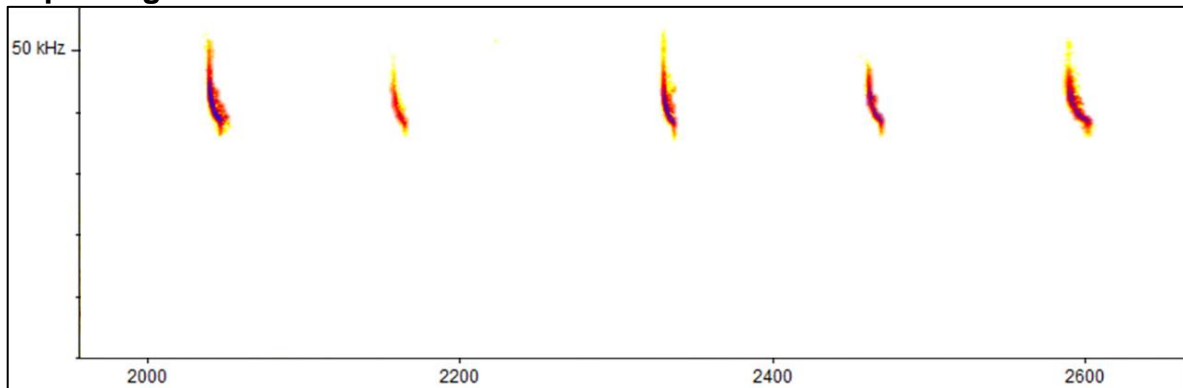


❖ *Lasiurus borealis*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
53.3 ± 3.93	39.6 ± 1.12	8.3 ± 1.68	127.7

Espectrograma

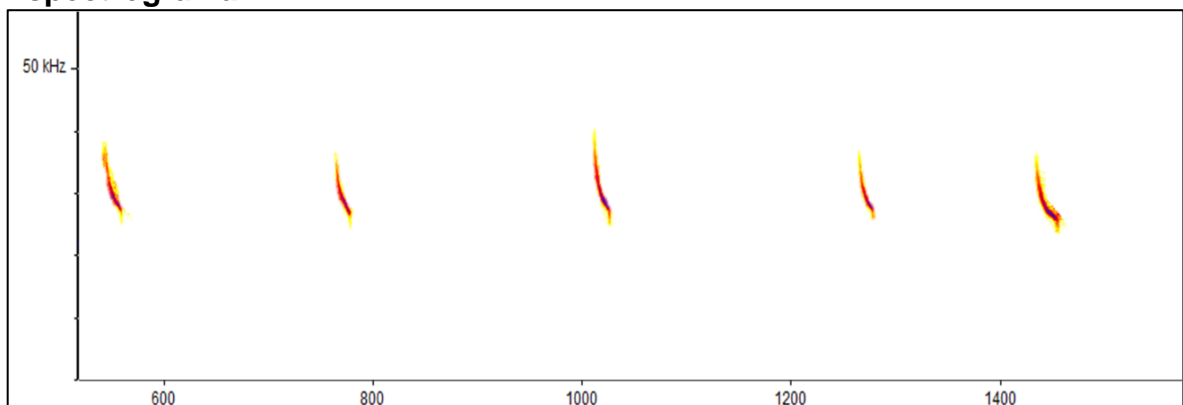


❖ *Lasiurus cinereus*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
34.8 ± 4.23	24.8 ± 2.53	13.7 ± 2.48	350.3

Espectrograma

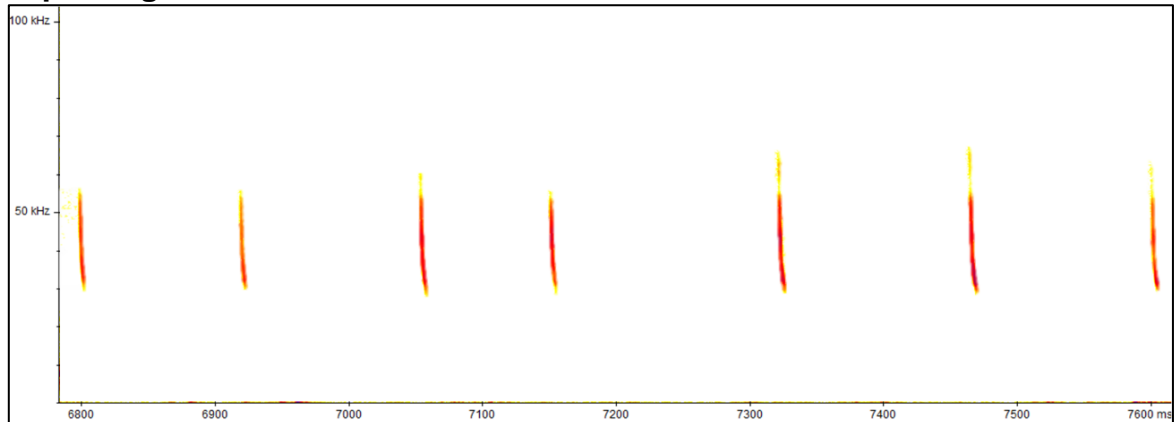


❖ *Lasiurus ega*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
51.6 ± 2.66	30.8 ± 3.39	8.3 ± 3.79	161.4

Espectrograma

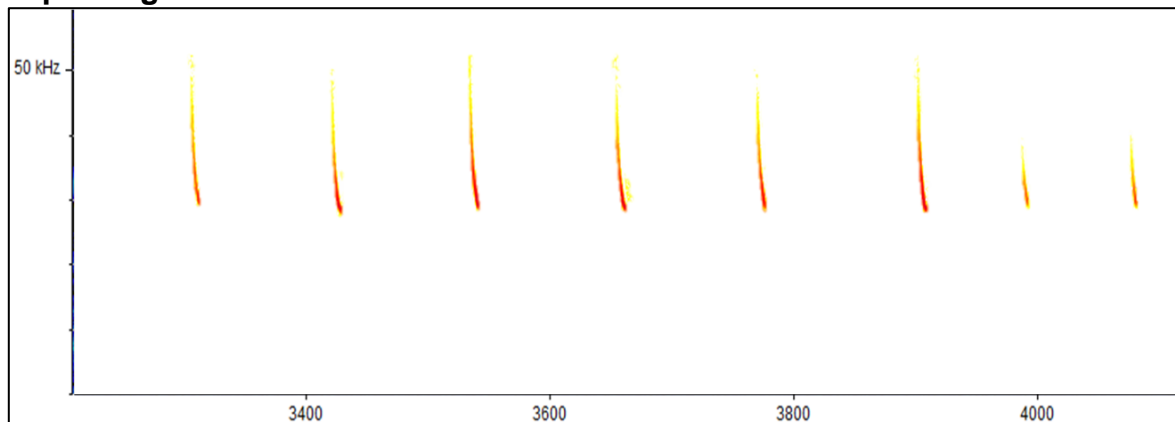


❖ *Lasiurus xanthinus*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
42.6 ± 6.30	28.4 ± 2.71	8.8 ± 2.79	190.1

Espectrograma

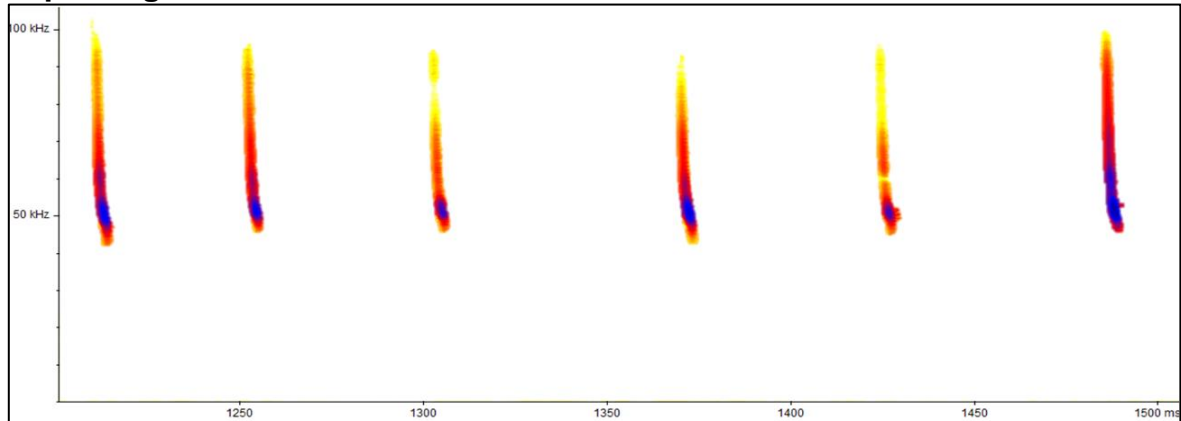


❖ *Myotis californicus*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
80.5 ± 9.35	43.9 ± 2.08	6.1 ± 0.67	100.8

Espectrograma

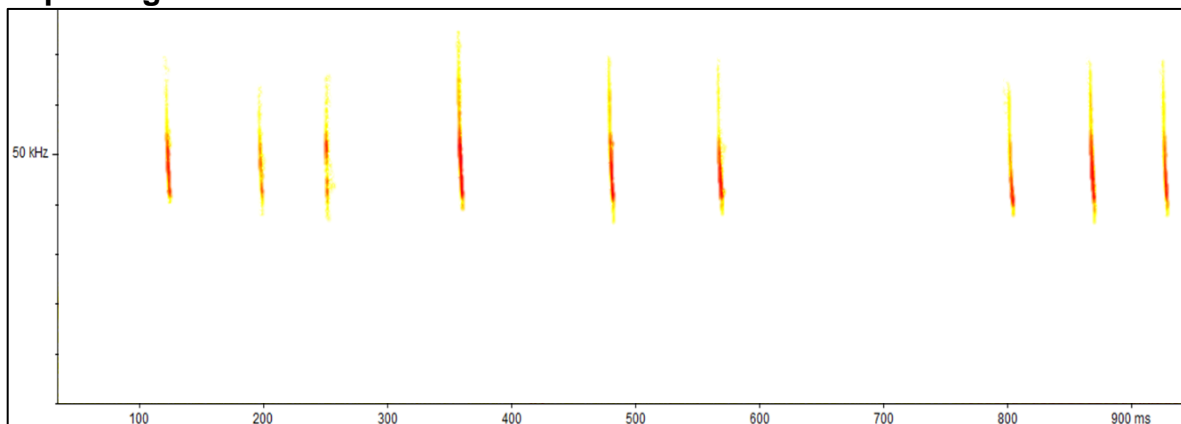


❖ *Myotis melanorhinus*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
69.6 ± 4.01	44.4 ± 5.44	5.1 ± 0.89	74.1

Espectrograma

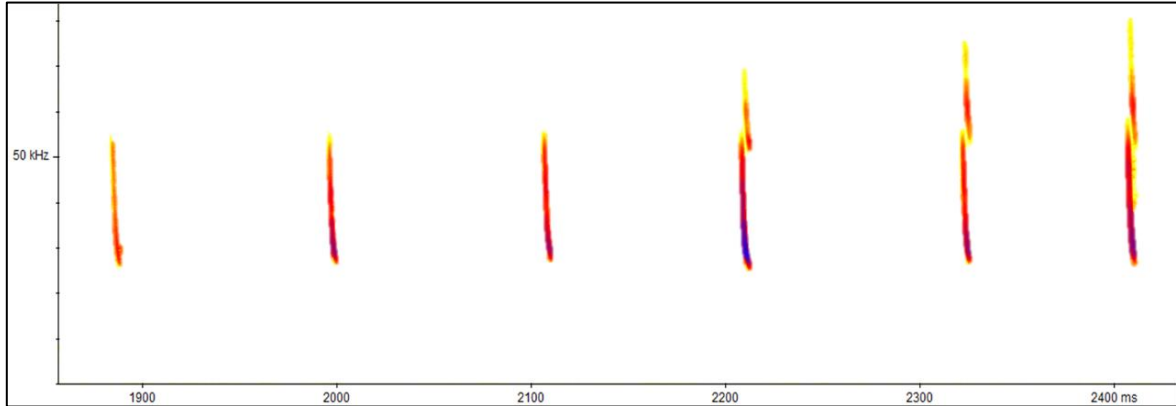


❖ *Myotis thysanodes*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
53.22 ± 7.48	29.34 ± 7.31	7.18	102.975

Espectrograma

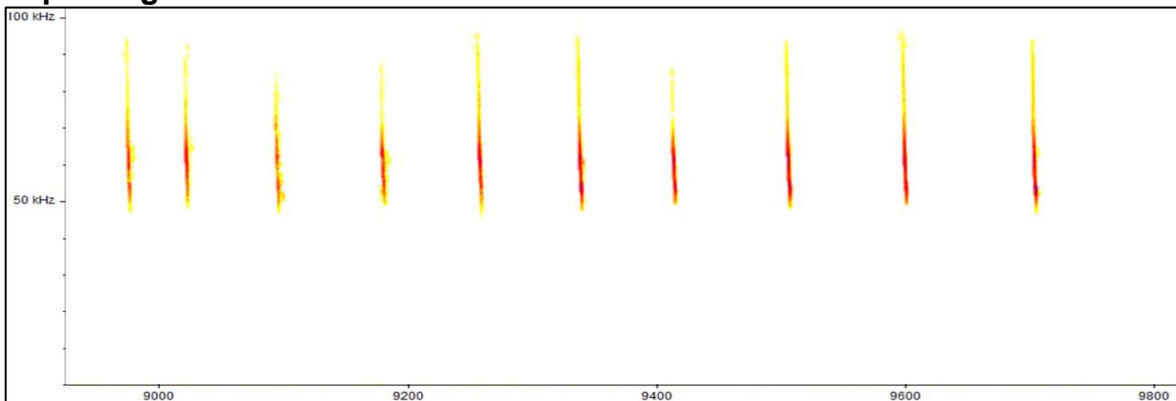


Myotis velifer

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
68.3 ± 9.86	43.7 ± 6.78	7.8 ± 1.43	98.0

Espectrograma

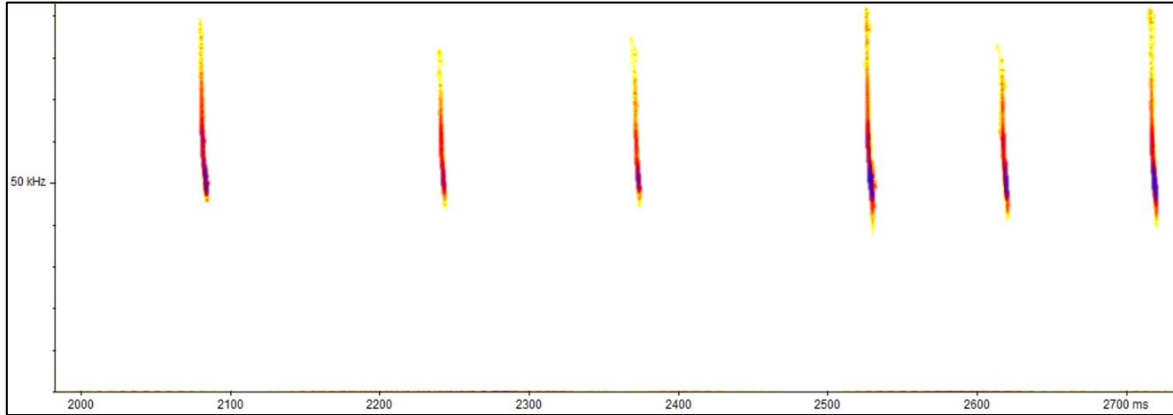


❖ *Myotis yumanensis*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
68.4 ± 8.14	44.1 ± 3.43	6.3 ± 1.64	110.8

Espectrograma

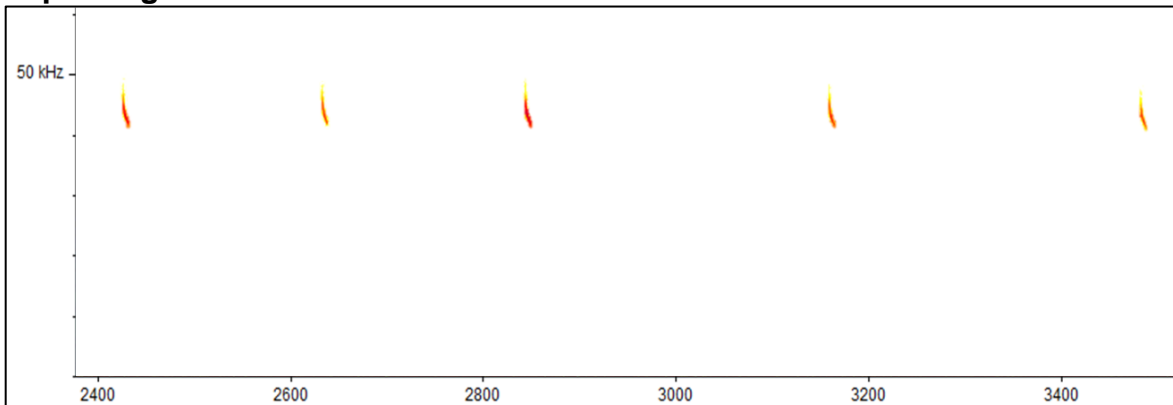


❖ *Parastrellus hesperus*

Parámetros acústicos de pulsos de ecolocalización

Fmax(Khz)	Fmín (Khz)	DP (ms)	IP (ms)
51.3 ± 3.51	42.3 ± 3.19	7.8 3.33	211.7

Espectrograma



10.2. Anexo fotográfico durante los muestreos en campo



Colocación de redes de niebla en sitios estratégicos (Corrientes de agua)



Captura de Murciélagos en redes de niebla



Monitoreo acústico en los sitios de muestreo



Medición de parámetros de los individuos capturados (orejas, antebrazos, targo, cola, sexo)



Especies capturadas: a) *Antrozous pallidus*, b) *Lasiurus cinereus*, c) *Myotis thysanodes* y d) *Parastrellus hesperus*.