

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Diversidad Estacional de Murciélagos para los Meses de Febrero-Abril, en el Cañón
de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila

Por:

LILIANA SÁNCHEZ SALINAS

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Diversidad Estacional de Murciélagos para los Meses de Febrero-Abril, en el
Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila

Por:


LILIANA SÁNCHEZ SALINAS


TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Alejandro Zárate Lupercio
Asesor Principal Interno


M.C. Rosa María Ortiz Badillo
Asesor Principal Externo


Dr. Mario Alberto García Aranda
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Junio de 2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme salud, sabiduría, fortaleza durante la carrera. Y no dejarme sola en los momentos difíciles. Gracias por darme a la mejor madre del mundo, unos hermanos maravillosos y los mejores amigos.

A mi Alma Terra Mater a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (NARRO) por permitirme formar parte de esta gran comunidad estudiantil. En especial al departamento forestal, donde estos cinco años me han formado como profesionista, gracias a cada uno de los profesores por día a día comparten sus conocimientos.

A la M.C. Rosa María Ortiz Badillo por su apoyo incondicional, confianza, paciencia, sus comentarios, por inspirarme a trabajar con murciélagos. Muchas gracias Mc. por todos sus conocimientos compartidos, siempre estuvo presente en el trabajo de campo y gabinete, su apoyo ha sido de gran ayuda para terminar satisfactoriamente con este proyecto.

Al Dr. Alejandro Zarate Lupercio por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo sobre murciélago, por el apoyo con los medios suficientes para realizar todas las actividades durante el desarrollo de la tesis. Muchas gracias Dr. por su disponibilidad, compromiso en todas las revisiones, no que queda más que decirle muchas gracias es un excelente profesor.

Al Dr. Mario Alberto Aranda García por darme los comentarios y sugerencias y sobre todo por la disponibilidad de tiempo para poder culminar este proyecto.

A mis compañeros y amigos Juan de Jesús Pérez, Javier Sánchez Salinas, Efraín de Jesús Montalvo, Aarón Sandoval, Carlos Manuel López Espinoza, por estar

presentes en las salidas a campo, en especial a mi mejor amigo Alexis Rafael Maldonado Morales por todo su apoyo y disponibilidad de tiempo para terminar con este proyecto y por todas las observaciones realizadas

A PROFANA Por dar autorización de realizar los monitores en el Cañón de San Lorenzo.

A la Lic. Dora Fuentes Pico Por todo su apoyo, sus consejos, y por brindarme la oportunidad de permanecer estos 5 años en el internado.

DEDICATORIA

A MI MADRE la Sr. **VIRGINIA SALINAS MENDIETA**, la mejor mujer del mundo, la mejor mamá que Dios me pudo dar. Por estar en todo momento a mi lado, por confiar en mí en todo momento y sobre todo por formado como la persona que soy en la actualidad. En momentos de felicidad y sobre todo en situaciones difíciles usted estuvo a mi lado tomándome de la mano, alentándome a seguir adelante, gracias a usted puede cumplir satisfactoriamente mis estudios. Este proyecto es un logro más que llevo a cabo y sin duda es gracias a usted mamá, que es una guerrera que día a día me enseña que no importa las barreras que se nos atraviese hay que seguir adelante. Esta tesis está dedicada especialmente a usted con todo mi cariño y amor. LA AMO MAMÁ.

Al Sr Javier Sánchez Gonzales por darme la vida, y de una manera extraña alentarme a no rendirme a pesar de todas las adversidades.

A mis hermanos. SONIA (Oso), gracias por todos tus consejos, por estar conmigo en momentos de felicidad y sobre todo en momentos difíciles, y por confiar en mí. Te quiero. **JAVIER** (Javo) hermano gracias por apoyarme en cada una de mis decisiones a pesar de no estar de acuerdo siempre has estado conmigo, por todos tus regaños para alentarme a terminar la Licenciatura. Te quiero hermanito. **MIREYA** (Yeya) a pesar de estar lejos siempre me has apoyado, has confiado en mí, me has alentado a seguir luchando por mis sueños. **TATIANA** (Enanita) gracias por todas tus mensajes a pesar de que mucho no respondí, cada una de tus llamadas me motivaba a echarle ganas para terminar satisfactoriamente. **VICTOR HUGO** (Bebé) mi hermanito pequeño gracias por confiar en mí, siempre estás en mi corazón, quiero que te sientas

orgulloso de mí. Gracias familia por estar a mi lado en las buenas y en las malas sobre todo por apoyarme en cada decisión y proyecto, han estado conmigo en momentos de felicidad, éxitos y sobre todo en momentos cuando las cosas se tornan difíciles. Los amo

A mi novio ALEXIS RAFAEL MALDONADO MORALES, mi mejor amigo, mi confidente. Muchas gracias por tu apoyo incondicional en todo momento, por todos tus consejos siempre tuviste las palabras correctas para alegrar mi día cuando se tornaba difícil, por todo el amor y confianza que me has brindado, por estar a mi lado en las buenas y en las malas siempre ayudándome, a tu lado he aprendido un infinidad de cosas, que me hacen ser mejor persona día a día. No fue sencillo culminar con éxito este proyecto, sin embargo siempre fuiste muy motivador, diciéndome que lo lograría. Eres una persona maravillosa, muy inteligente. TE AMO.

A mis amigos Wendy Sánchez Asunción, Efraín de Jesús Montalvo, Santiago Mendoza Morales, Emmanuel de Jesús de la Cruz García, en especial a Juan de Jesús Pérez Ortiz y Otoniel Cortes Cortes por todo su apoyo en estos 5 años de la carrera, por compartir momentos de alegría, tristeza, éxitos y fracasos. No me queda más que agradecerles por su valiosa amistad.

Al Señor Valente y su esposa Marlene Por ayudarme a lo largo de toda la carrera, y no dejarme sola en ningún momento, gracias por estar a mi lado cuando más los necesitaba.

A mis compañeras de cuarto Sandra Negrete, Mayra Reyes Tapia, Esperanza López Gómez, Jesica Padrón Villanueva, especialmente y hermana Sonia Sánchez Salinas por todos los momentos de alegría y apoyo. Gracias Sonia (Oso) por todas las veces que hiciste los aseos por mí. Te quiero mucho hermana.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN..... | v |
| ABSTRACT | vi |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 7 |
| 1.1 OBJETIVOS | 9 |
| 1.1.1 Objetívó general | 9 |
| 1.1.2 Objetivo específico | 9 |
| 2. ANTECEDENTES | 10 |
| 2.1 Importancia ecológica de los murciélagos..... | 10 |
| 2.2 Características de los murciélagos | 12 |
| 2.3 Métodos de captura | 15 |
| 2.4 Murciélagos del Norte de México | 16 |
| 3. METODOLOGÍA..... | 20 |
| 3.1 Descripción y ubicación del área de estudio | 20 |
| 3.2 Trabajo de campo | 23 |
| 3.3 Grabaciones de la actividad de los murciélagos | 24 |
| 3.4 Capturas de murciélagos | 25 |
| 3.5 Análisis de datos | 25 |
| 3.6 Análisis estadístico..... | 27 |
| 3.6.1 Curvas de acumulación de especies | 27 |
| 3.6.2 Índice de diversidad | 28 |
| 3.6.3 Diversidad β (Índice de similitud) | 28 |
| 4. RESULTADOS | 30 |
| 4.1 Riqueza | 30 |
| 4.2 Curvas de acumulación y eficiencia del muestreo | 32 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4.3 | Estacionalidad (febrero, marzo, abril) | 33 |
| 4.4 | Diversidad alfa (α)..... | 35 |
| 4.5 | Diversidad beta | 35 |
| 5. | DISCUSIÓN | 38 |
| 5.1 | Riqueza | 38 |
| 5.2 | Estacionalidad (febrero, marzo, abril) | 41 |
| 5.3 | Diversidad alfa (α)..... | 43 |
| 5.4 | Diversidad beta (β)..... | 44 |
| 6. | CONCLUSIONES..... | 45 |
| 7. | RECOMENDACIONES | 46 |
| 8. | LITERATURA CITADA..... | 47 |
| 9. | ANEXOS | 60 |
| 9.1 | Anexo de catálogo de ultrasonidos | 60 |
| 9.2 | Anexo cartográfico. | 68 |
| 9.3 | Anexo fotográfico | 70 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ondas sonoras del murciélago para determinar su ubicación y captar sus presas. | 12 |
| Figura 2. Pulsos de ecolocalización de los murciélagos. | 14 |
| Figura 3. Ubicación del Cañón de San Lorenzo..... | 21 |
| Figura 4. Ubicación de los transectos de muestreo. | 24 |
| Figura 5. Pulso de los parámetros analizados | 26 |
| Figura 6. Pulsos de ecolocalización de 17 especies de murciélagos insectívoros en el Cañón de San Lorenzo. | 32 |
| Figura 7. Curva de acumulación. | 33 |
| Figura 8. Dendrograma. | 36 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Riqueza de especies de murciélagos en de Cañón de San Lorenzo. | 31 |
| Tabla 2. Riqueza de especies en los meses febrero-abril en el Cañón de San Lorenzo. | 34 |
| Tabla 3. Índice de diversidad. | 35 |
| Tabla 4. Índice de Jaccard. | 36 |
| Tabla 5. Especies de murciélago por los meses de muestreo. | 37 |
| Tabla 6. Factores ambientales | 37 |

RESUMEN

Los murciélagos son el segundo grupo de mamíferos más diversos del cual se conocen 1 232 especies en el mundo. México es considerado el quinto país en diversidad al contar con 138 especies, en Coahuila se han reportado 29 especies. El objetivo del presente trabajo fue determinar la diversidad de murciélagos para los meses de febrero, marzo y abril en el Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. El monitoreo se realizó durante siete noches consecutivas de los tres meses de muestreo evitando la luna llena, se utilizó un detector acústico y redes de niebla. Se registraron 720 minutos de grabación con 166 llamados de ecolocalización, analizadas en el programa Kaleidoscope, de Wildlife Acoustics ©. La identificación de especies se realizó comparando sonogramas con estudios ya existentes. Se registraron 17 especies pertenecientes a la familia Vespertilionidae y Molossidae, representando el 40.47 % de la quiropterofauna de Coahuila. La especie de murciélago *Lasiurus blossevilli* fue la más representativa con ambos métodos de muestreo, 36 individuos en total. La diversidad se calculó con el índice de Margalef, siendo el mes de marzo el que presentó el valor más alto (3.494). El índice de complementariedad de Jaccard fue más alto para marzo y abril con 12 especies en común (70 %). Se concluye que los factores ambientales como las bajas temperaturas, lluvia, vientos fuertes; además de la disponibilidad del alimento son factores que influyen en la diversidad de especies.

Palabras claves: Diversidad, detección acústica, riqueza, murciélagos, Cañón de San Lorenzo.

ABSTRACT

Bats are the second most diverse group of mammals of which 1 232 species are known in the world. Mexico is considered the fifth country in diversity with 138 species, in Coahuila 29 species have been reported. The objective of this work was to determine the diversity of bats for the months of February, March and April in the Canyon of San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. The monitoring was carried out during seven consecutive nights of the three months of sampling avoiding the full moon, using an acoustic detector and mist nets. We recorded 720 minutes of recording with 166 echolocation calls, analyzed in the Kaleidoscope program, by Wildlife Acoustics ©. Species identification was performed by comparing sonograms with existing studies. Seventeen species belonging to the family Vespertilionidae and Molossidae were recorded, representing 40.47 % of the Coahuila chiropterofauna. The bat species *Lasiurus blossevilli* was the most representative with both sampling methods, 36 individuals in total. Diversity was calculated using the Margalef index, with March being the month with the highest value (3,494). Jaccard's complementarity index was highest for March and April with 12 species in common (70 %). It is concluded that environmental factors such as low temperatures, rainfall, strong winds, and food availability are factors that influence species diversity.

Key words: Diversity, acoustic detection, richness, bats, San Lorenzo Canyon.

1. INTRODUCCIÓN

Los murciélagos pertenecen al orden Chiroptera, este grupo es conocido como los únicos mamíferos voladores (Torres y Guevara, 2010) y es considerado como el segundo grupo más diverso, se conocen más de 1 232 especies de murciélagos en el mundo (Selém *et al.*, 2012). México es considerado como el quinto país con mayor riqueza en murciélagos al contar con 138 especies (Ceballos y Arroyos-Cabrales 2012). Los estados de Coahuila y Nuevo León albergan el 31% de especies de murciélagos (Gómez *et al.*, 2015).

Este grupo de mamíferos brindan diferentes servicios ecosistémicos que mejoran el bienestar del ser humano. (Medellín y Gaona, 2010; Kunz *et al.* 2011), algunas especies cumplen un rol como polinizadores, otras fecundan plantas de importancia alimenticia, económica y cultural (Romero *et al.*, 2006), hay especies que son dispersores de semillas, lo cual ayuda a la recuperar la vegetación en zonas alteradas. De igual forma son controladores de plagas de insectos, un solo individuo puede consumir del 50 al 70 % de su peso en insectos cada noche (Kunz y Díaz, 1995). Debido a esta gran diversidad de hábitos alimenticios forman parte importante en el proceso de reciclaje de nutrientes y energía como en el movimiento de genes e individuos para los ecosistemas (Medellín, 2009; Selém *et al.*, 2012).

El estudio de diversidad de murciélagos puede ser complicado por sus hábitos alimenticios, por lo cual se establecen diferentes técnicas de muestreo, las redes de niebla son eficientes para especies de estratos inferiores de vegetación (MacSwiney *et al.*, 2008; Pech-Canché *et al.*, 2010), para especies que no son capturados en las redes de niebla se utilizan métodos indirectos como la detección acústica, un método

que permite detectar las ondas de ecolocalización para las especies que vuelan a grandes alturas (Pech-Canché *et al.* 2010).

México está dividido en dos zonas biogeográficas, la Neártica y Neotropical, por lo cual existe gran diversidad de flora y fauna (Morrone, 2005), la región Neártica se caracteriza por contar con zonas áridas; además de ocupar más de la mitad del territorio mexicano (Mittermeir 1992), el estado de Coahuila se localiza en el noreste de México, en la región Neártica donde la mayor presencia de murciélagos pertenecen al gremio insectívoro, pertenecientes a la familia Vespertilionidae (Proches, 2005; Proches y Ramdhani, 2012). El estado de Coahuila carece de información sobre este orden de mamíferos, ya que la mayoría de los estudios se han desarrollado en la zona Neotropical (Rascón-Escajeda 2009), por lo tanto, es necesario realizar estudios enfocados a este tema.

Al sureste de Coahuila se localiza el Área Sujeta a Conservación Ecológica “Sierra de Zapalinamé”, la cual cuenta con cuerpos de agua y diferentes tipos de vegetación; área donde los murciélagos pueden encontrar alimento y refugio. La sierra representa una fuente de abastecimiento de agua y servicios ecosistémicos para las ciudades de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe (Portés, 2001), en los últimos años ha sido afectada por el crecimiento de la zona conurbada de la ciudad de Saltillo (Encina-Domínguez, 2017). Los murciélagos son un indicador de la salud del ecosistema; además que brindan múltiples beneficios ecosistémicos, por lo cual es de vital importancia conocer la diversidad de murciélagos con que cuenta la sierra. Además, en Sierra Zapalinamé se cuenta con inventarios de flora y fauna, pero no se cuenta

con un inventario completo de la quiropteroфаuna que habita en esta área, de aquí la importancia de generar información sobre la diversidad de murciélagos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Determinar la diversidad estacional de especies de murciélagos para los meses febrero, marzo y abril, en el Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila.

1.1.2 Objetivo específico

- Determinar la especie de murciélago con mayor abundancia.
- Comparar en que mes de finales de invierno e inicios de primavera se detecta la mayor actividad de murciélagos.

2. ANTECEDENTES

México es un país con gran diversidad de mamíferos (Ceballos y Brown, 1995). Cuenta con 540 especies que incluyen 13 órdenes, 46 familias y 202 géneros. Los murciélagos al igual que los roedores son los órdenes más ricos con el 79.2 %. El orden Chiroptera cuenta con nueve familias, 68 géneros y 138 especies (Ceballos y Arroyos-Cabrales, 2012). De las especies de murciélagos se estima que 100 se alimentan de insectos, 20 comen fruta, 12 se alimentan de néctar y polen, tres se alimentan de sangre de mamíferos y aves, cuatro comen carne de pequeños vertebrados (Medellín y Gaona, 2010).

2.1 Importancia ecológica de los murciélagos

Debido a la diversidad, los murciélagos presentan un impacto ecológico positivo, además se les ha catalogado como un grupo clave por el papel que juega en la evolución, estabilidad y funcionamiento de los ecosistemas (Zarate *et al.*, 2012). Son controladores de plagas, llegando a comer una tonelada de insectos, entre ellas polillas, chicharritas y escarabajos (Medellín y Gaona, 2010; Zarate *et al.*, 2012). Los murciélagos al igual que los plaguicidas tienen la misma función, la ventaja que estos presentan es que no implica gastos económicos ni costos en la salud (Gándara *et al.*, 2006). Otras especies de murciélagos son polinizadores de plantas de importancia económica como el agave, más de 60 especies de agaves, son polinizadores, incluyendo al agave tequilero, sin los murciélagos no se obtendrían productos como la madera de balsa, las fibras de la ceiba, el tequila o los mezcales (Medellín y Gaona 2010).

Torres (2005), estima que al menos 500 especies de 96 géneros son polinizadas por los murciélagos, debido a esto las flores de estas plantas presentan características adaptativas como olores fuertes, producción de mucho néctar y polen; además que solo abren por la noche, con el objetivo de ser polinizadas por los murciélagos (Gándara *et al.*, 2006). Los murciélagos comedores de frutas ayudan a la dispersión de semillas de especies importantes económicamente como lo son el chicozapote, zapote negro, blanco, nanches, Jobos, garambullos, pitahayas, guayabas, mango, plátano, papaya, además del agave tequilero y maderas fina (Medellín y Gaona, 2010). En las regiones tropicales la dispersión de la semilla por murciélago es 2 a 8 veces mayor que en las aves (Zárate *et al.*, 2012).

Estas especies de mamíferos contribuyen a la regeneración de las selvas tropicales después de estas ser devastadas por catástrofes naturales o impactos humanos, inician con la dispersión de las semillas de plantas pioneras las cuales inician la recuperación de los bosques (Medellín y Gaona, 2010). Torres-Flores (2005) hace mención que este grupo de mamíferos son indicadores de la calidad de un ecosistema, ya que algunas especies son sensibles a la fragmentación de su hábitat.

Además de la importancia ecológica, tiene importancia en la medicina, la especie *Desmodus rotundus* está siendo estudiada ya que las enzimas de su saliva, conocida como DSPA (enzimas aisladas y sintetizadas Desmotepalasa), funcionan como una alternativa segura y eficiente para el tratamiento de los derrames cerebrales (Liberatore *et al.*, 2003). Investigadores de la Universidad de Leedy y Southampton, en Inglaterra y Strathclyde, en Escocia, están estudiando los sonidos que emiten los murciélagos para encontrar objetos, con la finalidad de aplicarlo en la creación de

sistemas médicos ultrasónicos más sensibles, desarrollando nuevas técnicas para la búsqueda de petróleo y fabricar implantes para personas sordas.¹

Los murciélagos carnívoros producen grandes cantidades de guano el cual se emplea como fertilizante ya que es rico en nitrógeno y fosforo, además de contener micronutrientes y microorganismos biorremediadores (limpia toxinas), fungicidas y nematocidas (Zárate *et al.*, 2012).

2.2 Características de los murciélagos

La ecolocalización al igual que la capacidad de vuelo son características sobresalientes de los murciélagos, esto permite a este grupo de mamíferos explotar el ambiente nocturno, escapando de depredadores (Speakman, 2001). Los ultrasonidos son utilizados por los murciélagos para orientarse en el vuelo, detectar y captar presas (Neuweiler, 2000) (Figura 1).

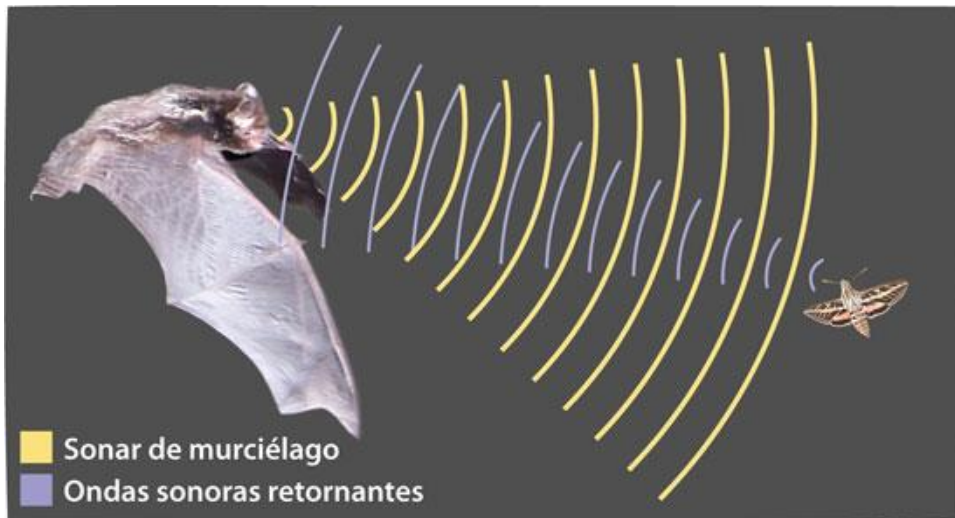


Figura 1. Ondas sonoras del murciélago para determinar su ubicación y captar sus presas.

¹
(25/02/2019)

<http://huellasdecuatropatas.blogspot.com/2011/01/2011-ano-del-muecielago.html>

(Obtenida de internet <https://askabiologist.asu.edu/eco-localizacion>)

Las características de los pulsos de ecolocación de los murciélagos, puede ser utilizada en la identificación de las especies (Fenton y Bell. 1981; Parsons y Jonas 2000), esto hace que la detección acústica sea una herramienta muy empleada en los estudios de monitoreo, censos de actividad y estimadores de abundancia de murciélagos. Los quirópteros tienen la capacidad de hacer una representación de 5 m a su alrededor, vuelan y buscan alimento en diferentes ambientes; emiten, reciben y procesan las señales ultrasónicas con una gran facilidad, el ancho de banda está entre 20 y 100 kHz (Cortés-Calva, 2013).

Los sonidos de comunicación son de alta frecuencia, (García-Rojas y López-González, 2018) mencionan que son de 20 a 200 kHz, los cuales no son audibles para el oído humano. Estos sonidos emitidos por los murciélagos rebotan en un objeto y regresan en forma de eco, interpretan lo ecos para localizar a sus presas u obstáculos a diferentes distancias y determinar sus tamaños.

Balmori (1998) menciona que los murciélagos utilizan ondas cortas ya que sus presas son de tamaño reducido lo que resulta más fácil detectarlas. Se calcula que una frecuencia de 50 kHz es ideal para identificar un objeto de 6.8 m, mientras que 100 kHz lo es para 3.4 mm. Los sonidos de los murciélagos se producen por la laringe y son emitidos por la boca o narinas y se captan por las orejas. La secuencia de pulsos es el intervalo de silencio en el cual el animal escucha los ecos. La duración de los pulsos es muy breves, milésimas de segundo y la cantidad de pulsaciones emitidas depende de qué actividad esté realizando el murciélago. Cuando se acerca a su presa puede producir de 200 o más pulsos en milisegundos (Malo y Molina, 2011).

En los llamados de ecolocación la estructura de los pulsos presenta patrones por los cuales es posible la identificación de las especies (Ramos-Enríquez, 2014). Lison (2011) explica que se pueden encontrar pulsos con las siguientes características.

- Frecuencia modulada: son pulsos de corta duración y ancho de banda amplia.
- Frecuencia constante: donde la frecuencia se mantiene en un cierto intervalo de tiempo.
- Frecuencia modulada-casi constante: es una combinación de las anteriores.

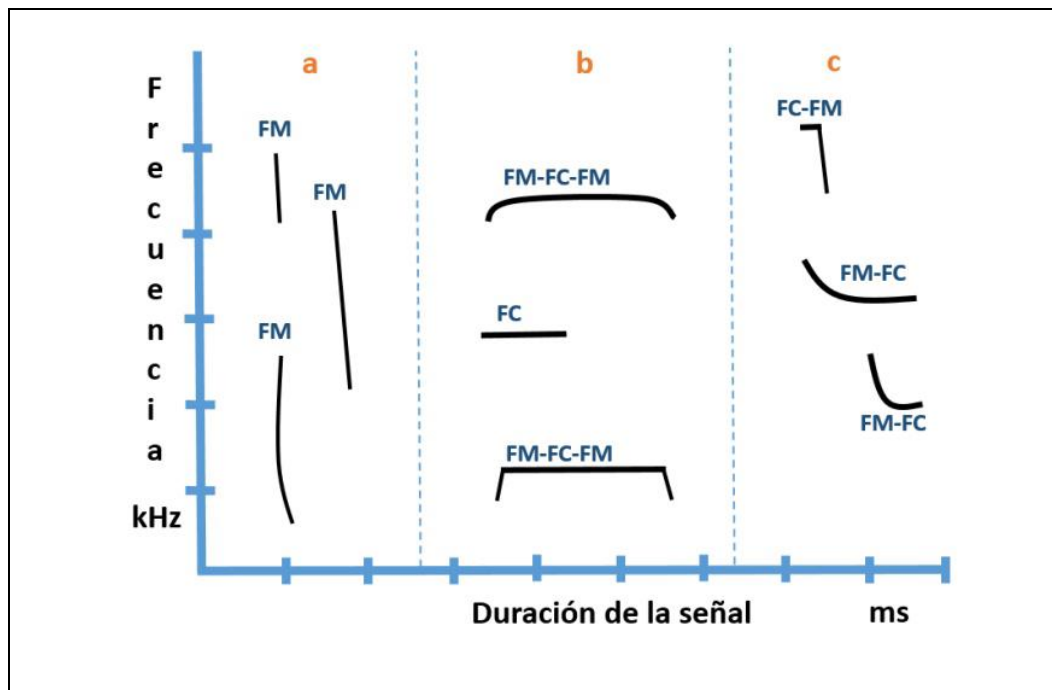


Figura 2. Pulsos de ecolocalización de los murciélagos.

FM) Frecuencia Modulada; FC) Frecuencia Constante; Pulso combinados) FC-FM, FM-FC. Obtenido de (García y López-González, 2018).

Existen detectores y micrófonos ultrasónicos para el estudio de los murciélagos (Pech-Canché *et al.*, 2010). Estos dispositivos tienen mecanismos para la

transformación de los ultrasonidos en frecuencia de aproximadamente de 20 kHz para ser audibles por el humano (Fenton, 2002).

La interpretación de los ultrasonidos presenta dificultades, pero tiene la ventaja de investigar la distribución de las especies. Se emplean detectores que transforman los sonidos a una frecuencia audible, los sistemas más utilizados son: los sistemas heterodino, de división de frecuencias, de expansión de tiempo (Ahlén, 1990; Cortés-Calva 2013), y más reciente la grabación en tiempo real (García y López, 2018). El sistema heterodino es el método más simple. Los detectores que emplean este sistema su registro es de bandas estrechas, son económicos y con alto sistema de registro para detectar los ecos de los murciélagos en tiempo real (Estrada-Villegas *et al.*, 2016).

2.3 Métodos de captura

Las redes de niebla y los detectores acústicos son dos métodos que se complementan: las redes de niebla capturan las especies de filostómidos (especies que hacen mayor uso de los estratos inferiores de la vegetación); con los detectores acústicos se registran todas las especies insectívoras de las demás familias. Las especies insectívoras hacen uso de los estratos superiores de la vegetación al atrapar en el vuelo a su presa, estos poseen un sistema de ecolocación más desarrollada lo cual les permite evitar las redes (Pech-Canché *et al.*, 2010). Estas especies son registradas eficientemente por medio de los detectores acústicos (Kalko *et al.*, 2008).

Los detectores acústicos son dispositivos electrónicos que permiten detectar la presencia de un murciélago con exactitud a partir de señales ultrasónicas que emiten

(Estrada-Villegas *et al.*, 2016). Además de que es una forma de estudio no invasiva (O'Farrell *et al.*, 2000).

La identificación de las especies de murciélago mediante los detectores acústicos permite generar información sobre registros de presencia/ausencia, uso del hábitat y patrones de actividad (Cortés-Calva, 2013). Los instrumentos de detector ultrasónico tiene la capacidad de captar y transferir la llamada de los murciélagos en señales que puede descifrar el oído humano, esto ayuda a entender los procesos ecológicos de los murciélagos (Humes *et al.*, 1999; O'Farrell *et al.*, 2000; Fenton, 2002; Corben y Fellers 2001). El avance en las técnicas de detección acústica y el análisis de sonido ha permitido conocer la distribución, la riqueza de especies y la forma de forrajeo de los murciélagos (Kalcounis *et al.*, 2003).

2.4 Murciélagos del Norte de México

En los desiertos de la región del norte de México se encuentran potencialmente distribuidas 30 especies de murciélagos correspondientes a cinco familias (Cortés-Calva, 2013).

En la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, Gómez- Ruíz (2006), realizó un estudio donde analizó la actividad de murciélagos en cuerpos de agua y la relación que tienen con las variables ambientales, los sitios de muestro fueron cuerpos de agua artificiales, conocidos como bordos. Se emplearon redes de niebla y detectores acústicos. El resultado obtenido fueron 22 individuos capturados de cinco especies, además se observó que durante la temporada de frío disminuye la actividad de los insectos que son el alimento de los murciélagos.

Para el estado de Baja California, Ramos-Enríquez (2014), realizó un estudio sobre el uso de hábitat de los murciélagos en el desierto del Bajo Colorado, realizó un muestreo con detector acústico durante el verano (septiembre del 2012), los lugares de muestreo fue en un oasis y una zona de cultivo, mostrando mayor actividad en el oasis.

En Durango, Rascón-Escajeda (2009), trabajo en la Cuenca del Río Nazas, donde por medio de capturas y detectores acústicos comparo la actividad de los murciélagos en tres hábitats (ripario, agrícola y matorral), en cuatro temporadas en el 2008, como resultado obtuvo la captura de 50 individuos de ocho especies de murciélagos. Con un catálogo de ultrasonidos se identificaron 16 especies, de las cuales seis se capturaron en redes. Estas 16 especies se agruparon en cinco grupos de acuerdo a su estrategia de alimentación según Findley (1993), donde se obtuvieron especies forrajeadores aéreas de bosque, insectívoros de agua, insectívoros de sustrato, forrajeadores aéreos de áreas abiertas y polinívoros.

La mayor parte de los estudios en el noreste de México sobre los quirópteros se han realizado en el estado de Nuevo León, Correa y Rovalo (2010) en La Cueva de la Boca, en Santiago, Nuevo León, aquí se identificaron seis especies de murciélagos, donde el más abundante fue el murciélago guanero (*Tadarida brasiliensis*), del gremio insectívoro, seguido del murciélago trompudo (*Choeronycteris mexicana*), el murciélago de la fruta (*Artibeus sp*) y el murciélago bigotudo (*Pteronotus parnelli*) especies polinizadores y dispersores respectivamente. Actualmente se estima una población de casi dos millones de individuos.

En los municipios de Linares, Iturbide y Galena, en Nuevo León, Ortiz-Badillo (2015), determino la diversidad de murciélagos en tres rangos altitudinales y tipos de vegetación, empleando redes de niebla y detector acústico durante los meses de enero a octubre del 2014. Como resultado obtuvo el registro de 22 especies pertenecientes a cuatro familias, seis subfamilias y 15 géneros. Analizando los resultados por municipio, Linares obtuvo el mayor número de registros con 17 individuos. En el caso del tipo de vegetación la mayor riqueza de murciélago se presentó en el bosque de pino encino (1600 msnm) al encontrarse 16 especies. Considerando los gremios tróficos los murciélagos insectívoros fue el más representativo con 18 especies.

Gómez- Ruíz *et al.*, (2015) mencionan que se identificaron refugios de murciélago en el Área Natural protegida a nivel nacional, en Nuevo León, el Parque Cumbres de Monterrey y en Coahuila, el Área de Protección de los Recursos Naturales CADNR004 Cuenca Don Martin y el Área de Protección de los Recursos Naturales CADNR026 Sierra de Arteaga. Se encontró que se albergan una población de por lo menos 12 especies de murciélago de las cuales dos especies están consideradas en riesgo (*Leptonycteris nivalis* y *Choeronycteris mexicana*).

Sin embargo para el noreste de México se estima un total de 62 especies de murciélagos y específicamente para el estado de Coahuila se reportan 27 especies (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014). Los primeros reportes de murciélago en el estado de Coahuila datan de 1956 cuando Baker enlisto 20 especies de murciélago. En 1967 Villa agregó una especie más y en 1973 Easterla añadió dos especies más a la lista. En el verano de 1973 en el Cañón de la Boca del Oso, los Llanitos, Coahuila se capturaron 18 especies de cuatro familias. En la misma fecha en el Cañón del Burro

en Acuña, se capturaron 334 murciélagos de 10 especies. Para 1983 se reportaron 27 especies de murciélagos (Wilson *et al.*, 1985).

Para el estado de Coahuila son muy pocos los estudios realizados sobre diversidad de murciélago. Durante el año 2013 y 2014 se realizó un Monitoreo de aves y murciélagos por parte de la facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en el área de Hipólito, General Cepeda, Coahuila; para el desarrollo de un parque eólico, donde se obtuvo un total de 16 757 registros de murciélagos, 508 por medio de observación y captura, 14 967 mediante la detección acústica el cual fue entregado para mayo del 2018. En el 2018 CONABIO enlistaron 29 especies de murciélago que se distribuyen en el estado de Coahuila, esto en base a literatura y su distribución potencial.²

²<https://www.sema.gob.mx/SRN-SIIAECC-BIO-DP-MAM-MUR.php> (01/02/2019)

3. METODOLOGÍA

3.1 Descripción y ubicación del área de estudio

La Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra Zapalinamé fue decretada el 08 de Enero de 1932 como Zona Protectora Forestal y para el 5 de Octubre de 1996 se decretó como Área Natural Protegida, bajo la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (Periódico Diario Oficial de la Federación, 1996), con el objetivo de proteger y conservar el uso sustentable de los recursos naturales (UAAAN, 1998). La sierra provee de agua para uso doméstico, industrial y agrícola a las ciudades de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga, además que alberga especies de flora y fauna de importancia ecológica, cuenta con especies de interés económico como la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), cortadillo (*Nolina cespitifera*) y palma samandoca (*Yucca carnerosana*), además es hábitat de especies migratorias como aves y la mariposa monarca, se encuentran especies en alguna categoría de protección como el oso negro (*Ursus americanus*) (Marroquin, 1976).

El área de estudio se localiza en el área recreativa Cañón de San Lorenzo, se ubica en las coordenadas geográficas 25° 20" de latitud norte y 100° 59" de longitud oeste, perteneciente a la zona sujeta a conservación ecológica Sierra de Zapalinamé, ubicada al sureste del estado de Coahuila.

El Cañón de San Lorenzo se encuentra localizado en la parte noreste del Área Natural Protegida Sierra de Zapalinamé, la cual limita al norte por la carretera 54 Saltillo-Zacatecas, los terrenos que ocupa el 69 Batallón de Infantería, el parteaguas del Cañón de San Lorenzo y la parte baja de la Sierra del Yerbaníz; al sur por la carretera libre No. 57, el puerto de Santa Teresa y los parteaguas de la Sierra

Encantada, la Mesa del Pamé y Santa Rosa; al este limita con el Puerto Santa Rosa y Puerto el Chicharrón y al oeste por la zona de manejo Cañón de Cuauhtémoc (Figura 3). El área cuenta con una superficie aproximada de 10 610 ha, de las cuales 8 030 ha están dentro del polígono del ANP y las restantes son consideradas en la zona de amortiguamiento (PROFAUNA, 2013).

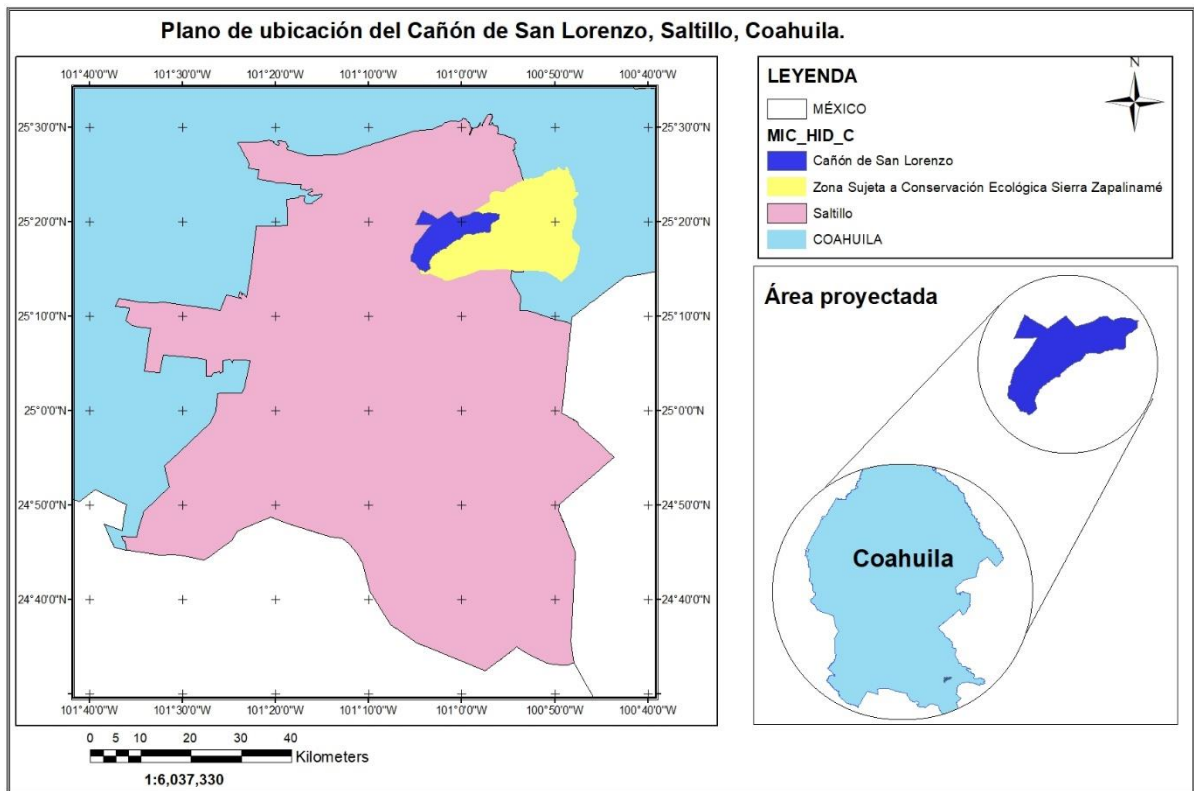


Figura 3. Ubicación del Cañón de San Lorenzo. (Elaboración propia)

En el Cañón de San Lorenzo domina el bosque de *Quercus gregii*, *Q. mexicana*, los cañones expuestos en la ladera noroeste, cerca de Lomas de Lourdes y el Cañón del Cuatro crece bosque bajo de *Q. saltillensis*, *Q. laeta*, con árboles aislados de *Q. laceyi* y *Juniperus fláccida*. El bosque de *Q. sideroxylla* crece a una altitud de 2 700 m el cual está asociado con *Pinus gregii*. El estrato arbustivo tiene de 1.5 m está dominado por *Ageratina ligustrina*, *A saltillensis*, *Garrya glaberrima*, *Salvia regla* y

Steve berlandieri con arbustos aislados de *Cornus stolonifera* y *Frangula betulifolia*. Se encuentran especies como *Agave gentryi*, *Opuntia robusta*, y *Yucca carnerosana*, además dentro del cañón es el único lugar donde se distribuye el palmito *Brahea berlandieri*, es considerada como especie relictica de sus escarpadas laderas. En las partes bajas se encuentran matorrales micrófilo y rosetófilo, pequeños manchones de pastizales en el ejido la Encantada; además de individuos aislados de vegetación riparia en el arroyo de la angostura y el paraje Los Aguajes; al igual vegetación típica del Desierto Chihuahuense en las áreas cercanas a la Sierra del Yerbaníz (Encina-Domínguez, 2017).

La fauna presente y más característica de la zona es: la carpa de Saltillo (*Gila modesta*), oso negro (*Ursus americanus*), víbora cascabel cola negra (*Crotalus molossus*), murciélago trompudo (*Choeronycteris mexicana*), la culebra listonada cuello negro (*Thamnophis cyrtopsis*) y guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*); además es la única área de anidación confirmada de la Guacamaya enana (*Rhynchopsitta terrisi*), la cual comparte zona de anidación con el halcón peregrino (*Falco peregrinus*); además se encuentra uno de los manantiales más importantes dentro del Área Natural Protegida (PROFAUNA, 2013).

El clima presente en la región según la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García son los siguientes: BS1kw (clima semiárido, templado, con una temperatura media anual que varía de los 12°C a los 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C a los 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C; lluvias de verano del 5 % al 10.2 % anual); BSohw (clima árido, semicálido, temperatura entre los 18°C a los 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del

mes más caliente mayor de 22°C; lluvias de verano del 5 % al 10.2 % anual). La precipitación promedio anual oscila entre los 350 y 500 milímetros (INEGI, 2005; CONABIO, 2012).

Fisiográficamente está formada principalmente de laderas con pendientes pronunciadas y en la parte baja cercanas a la Angostura por valles y lomeríos con altitudes que varían de los 1 800 a los 3 000m (PROFAUNA, 2013).

Los suelos predominantes son el litosol con un 63% de la superficie; en seguida el regosol éutico con 34%, el xerosol halpico con un 2%, y por último los suelos de tipo rendzina (INEGI, 2013).

3.2 Trabajo de campo

Las grabaciones de los llamados de ecolocación se realizaron durante los meses de febrero, marzo, abril de 2019. Las grabaciones en cada sitio se llevaron a cabo durante siete noches consecutivas sin repetición. La primera se realizó del 05 al 12 de febrero, la segunda del 04 al 11 de marzo y la tercera del 02 al 09 de abril; evitando luna llena, por la alteración en el comportamiento y el cambio de la actividad de los murciélagos (fobia lunar) (Marciana, 2008).

Se establecieron ocho transectos de un kilómetro de largo con tres estaciones fijas de muestreo, separadas cada 500 metros una de la otra (Figura 4) y se colocaron redes de niebla en lugares estratégicos (sitios con agua, magueyes con escapo floral).

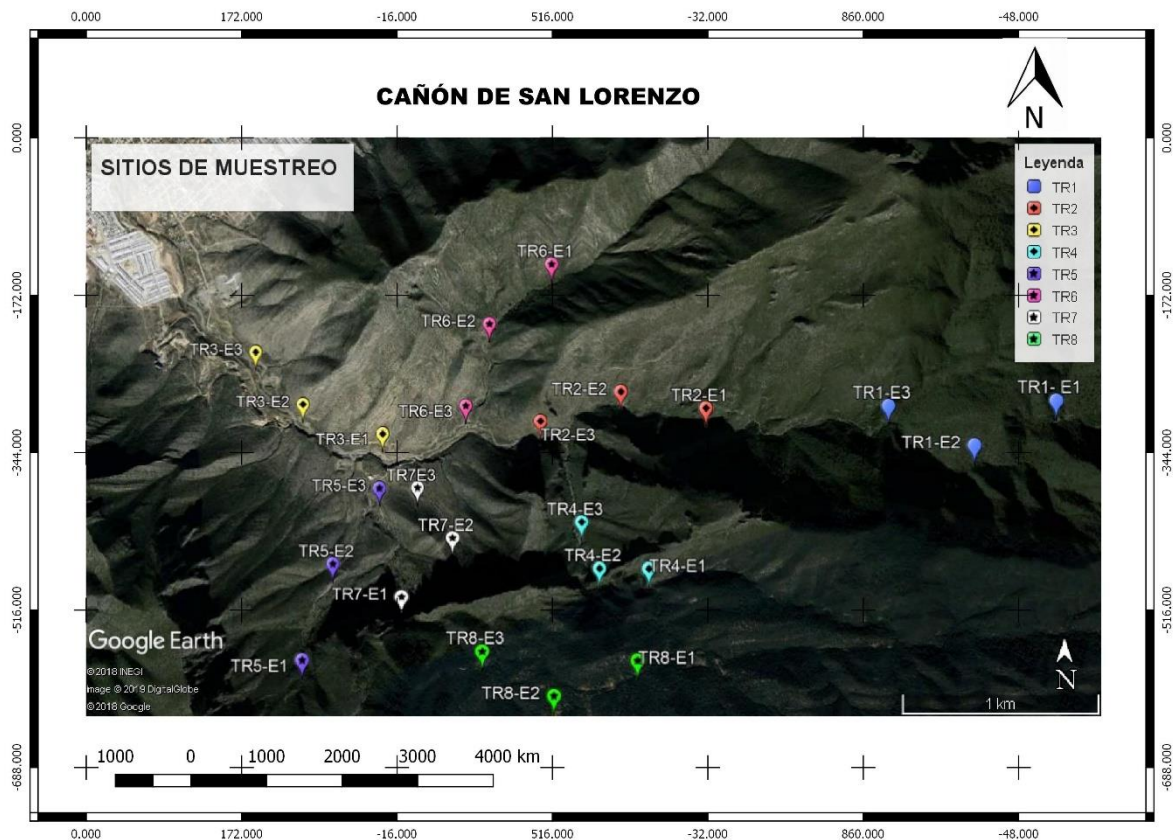


Figura 4. Ubicación de los transectos de muestreo. (Elaboración propia).

3.3 Grabaciones de la actividad de los murciélagos

En cada sitio se grabó durante un periodo de diez minutos utilizando un detector *Echo Meter EM3+*, con tarjeta SDHC de 8GB. El EM3+ es un detector adaptable, su grabación es en tiempo real, además que proporciona la grabación activa de los pases del murciélago en espectro completo en la tarjeta SD, lo cual permite escuchar llamadas en formato heterodino, expansión temporal o expansión en tiempo real. La grabación de los archivos de audio se realizó en formato WAV de amplio espectro³.

³ <http://exploralanoche.blogspot.com/2013/02/detector-de-ultrasonidos-echo-meter-em3.html> (10-02-19)

Durante las noches de trabajo se tomaron datos ambientales como temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, para lo cual se utilizó una estación meteorológica portátil marca LM-8010. Además se tomó la dirección del viento, utilizando la brújula del Gps, también se registró las condiciones del cielo y tipo de vegetación dominante en cada una de las estaciones.

3.4 Capturas de murciélagos

Se colocaron redes de niebla con el fin de complementar el muestreo acústico. En total se colocaron 12 redes de 2.5 x 3 m, en lugares con presencia de agua, a una distancia de 10 m, permanecieron abiertas desde las 19:00 a las 00:00 h, fueron revisadas por intervalos de 30 min. Los individuos capturados se colocaron de manera individual en bolsas de tela, donde se tomaron medidas de: longitud del antebrazo, con un calibrador automático de acero inoxidable, se registró el sexo y peso. Los ejemplares se identificaron a nivel especie en base a las claves de Medellín *et al.* (2009), fueron sexados de acuerdo a Racey (1988). Los murciélagos colectados en redes fueron liberados y grabados al vuelo individualmente con el detector *Echo Meter EM3+*.

3.5 Análisis de datos

Las grabaciones de los llamados de ecolocalización fueron analizadas con el programa Kaleidoscope, de Wildlife Acoustics ©, en el cual se revisó el espectrograma bajo la siguiente configuración: FFT (Fourir Fast Tranform), Hanning, sobreposición FFT: 1024, con la extensión de Bats of North American 3.10 activada, la cual selecciona especies con posible distribución en el noreste de México.

De cada grabación se registraron los siguientes parámetros: la frecuencia máxima (FMax en kHz), la frecuencia mínima (FMin en kHz), la frecuencia media (FMedia en kHz), intervalo entre pulso (MS) y duración del pulso (MS) (Figura 3).

Para la identificación de los pulsos se tomó de referencia catálogos acústicos realizados por Ortiz-Badillo (2015), Ruíz-López (2017) León-Tapia y Hortelano-Moncada (2016), Orozco-Lugo *et al.*, (2014), Guevara-Carrizales *et al.*, (2013), Kraker-Castañeda *et al.*, (2013, Rascón-Escajeda (2009) y Gómez-Ruiz (2006). La identificación fue a nivel especie.

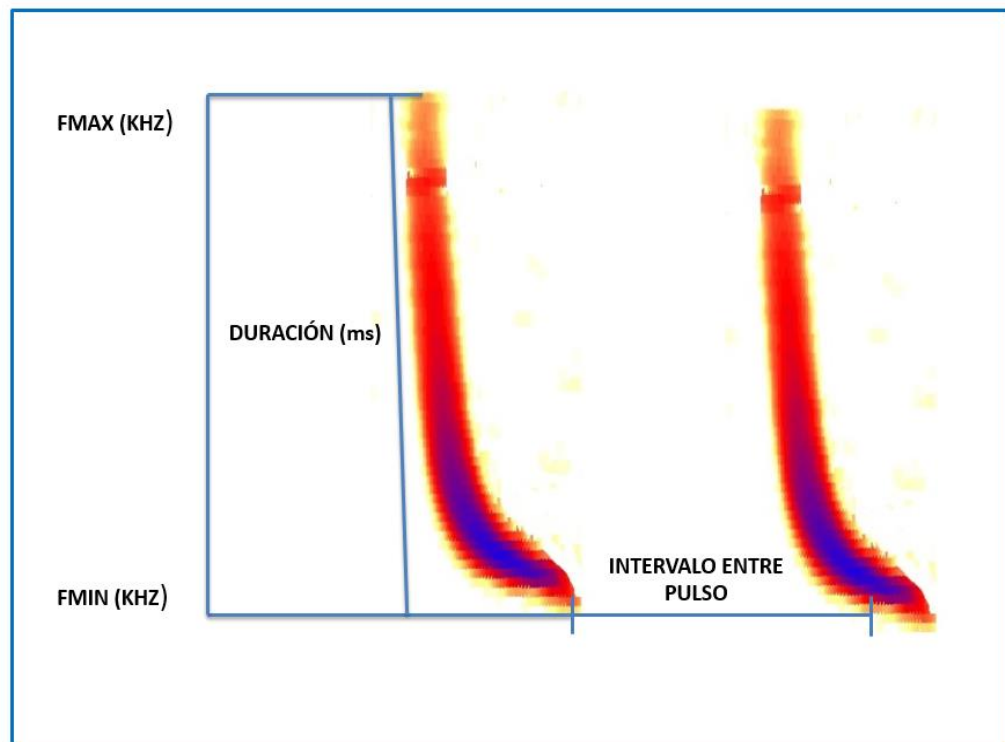


Figura 5. Pulso con los parámetros analizados. (Elaboración propia)

Además se determinó el estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT 2010 y la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Con la información analizada se construyó una base de datos.

3.6 Análisis estadístico

3.6.1 Curvas de acumulación de especies

Se generaron curvas de acumulación de especies, para determinar la eficiencia del muestreo, donde se consideró la riqueza de especies detectadas y el esfuerzo de muestreo fue cuantificado en estaciones de muestreo (Moreno y Halffer, 2001). Para representar la relación entre el esfuerzo de muestreo y el número de especies encontradas se aplicó una ecuación asíntota basada en la función exponencial negativa (Soberon y Lorente, 1993). La ecuación es de la siguiente forma:

$$S_n = a \cdot n / (1 + b \cdot n)$$

Donde a es la tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario y b es un parámetro relacionado con la forma de la curva. El método de ajuste fue el de Simple and Quasi-Newton, con el objetivo de minimizar el error en el ajuste del modelo a los datos observados (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Las Matrices generadas con los datos de presencia-ausencia y se ingresaron al programa EstimateS versión 9.1, donde los datos se combinaron 1000 veces por segundo para tener una distribución aleatoria (Colwell, 2016).

El esfuerzo de muestreo con las redes niebla, consistió en multiplicar el largo por el ancho de las redes, por el número de horas abiertas, por el número de noches y número de redes empleadas. El resultado se expresó en m^2 red/hora (Buenrostro *et al.*, 2013).

3.6.2 Índice de diversidad

La diversidad (α) fue estimada con base en la riqueza de especies por cada mes de muestreo a través del índice de Margalef, este índice transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1988).

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

Donde;

S = Número de especies registradas

N = Número total de individuos

3.6.3 Diversidad β (Índice de similitud)

La diversidad (β) se calculó mediante el índice de similitud para expresar el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975). La fórmula es las siguientes:

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

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

Se generó un dendrograma a través del análisis de similitud mediante el coeficiente de similitud de Jaccard (I_j) con un análisis de UPGMA (Unweighed Pair Group Method with Arithmetic Mean), mediante el programa PAST V 3.0 (Hammer *et al.*, 2001).

4. RESULTADOS

4.1 Riqueza

Se registró un total de 17 especies pertenecientes a cinco subfamilias agrupados en dos familias (Vespertilionidae y Molossidae) durante los tres meses de evaluación (febrero, marzo y abril), representado el 12.31 % de la quiropteroфаuna registrada para México y el 40.47 % para el estado de Coahuila (Tabla 1).

El esfuerzo de muestreo con el detector acústico sumo un total de 720 minutos de grabación por todo el muestreo. Donde se detectaron 166 llamados de ecolocalización de murciélago, siendo la familia Vespertilionidae la más representativa con 15 especies el 95.20 % de los registros y la familia Molossidae obteniendo un 4.80 % con dos especies. La subfamilia mejor representada fue Vespertilioninae con nueve especies.

El esfuerzo con las redes de niebla fue de 2 700 m²/r/h, con este esfuerzo se capturaron cinco individuos, los cuales pertenecen a la familia Vespertilionidae. La especie con más capturas fue *Lasiurus blossevilli* con tres individuos, enseguida *Parastrellus hesperus* y *Myotis thysanodes* con un individuo cada uno.

Es importante resaltar la presencia del murciélago *Corynorhinus mexicanus* el cual es considerado como amenazado globalmente por La Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN y *C. townsendii* considerada como vulnerable globalmente de acuerdo con NatureServe.

Tabla 1. Riqueza de especies de murciélagos en de Cañón de San Lorenzo.

| Gremio | Familia | Subfamilia | Nombre científico | |
|--------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Insectívora | Molossidae | Molossinae | <i>Molossus rufus</i> | |
| | | Tadarinae | <i>Tadarida brasiliensis</i> | |
| | Vespertilionidae | Antrozoidae | | <i>Antrozous pallidus</i> |
| | | | Myotinae | <i>Myotis californicus</i> |
| | | | | <i>Myotis melanorhinus</i> |
| | | | | <i>Myotis thysanodes</i> |
| | | | | <i>Myotis velifer</i> |
| | | | | <i>Myotis yumanensis</i> |
| | | Vespertilioninae | | <i>Corynorhinus mexicanus</i> |
| | | | | <i>Corynorhinus townsendii</i> |
| | | | | <i>Eptesicus fuscus</i> |
| | | | | <i>Idionycteris phyllotis</i> |
| | | | | <i>Lasiurus blossevillii</i> |
| | | | | <i>Lasiurus cinereus</i> |
| | | | | <i>Lasiurus ega</i> |
| | <i>Lasiurus xanthinus</i> | | | |
| | | <i>Parastrellus hesperus</i> | | |

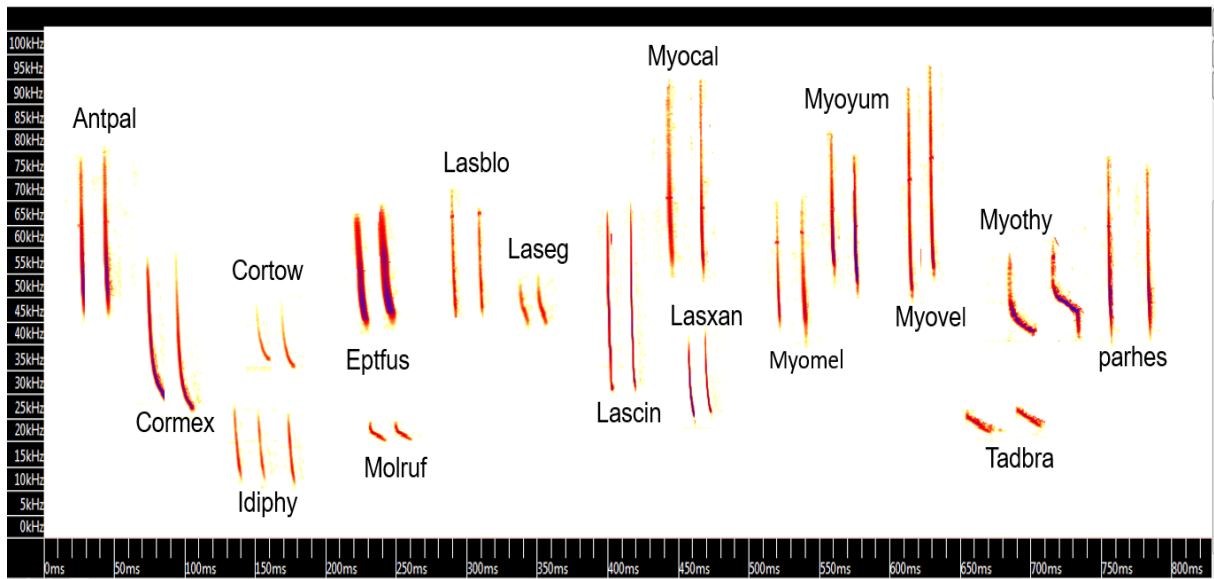


Figura 6. Pulsos de ecolocalización de 17 especies de murciélagos insectívoros en el Cañón de San Lorenzo.

Antpal: *Antrozous pallidus*, Cormex: *Corynorhinus mexicanus*, Cortow: *Corynorhinus townsendii*, Eptfus: *Eptesicus fuscus*, Molruf: *Molossus rufus*, Lasblo: *Lasiurus blossevilli*, Lasega: *Lasiurus ega*, Lasan: *L. xanthinus*, Lascin: *L. cinereus*, Myoyum: *Myotis yumanensis*, Myocal: *Myotis californicus*, Myomel: *Myotis melanorhinus*, Myovel: *Myotis velifer*, Tadbra: *Tadarida brasiliensis*, Parhes, *Parastrellus hesperus*, Myothy: *Myotis thysanodes*.

4.2 Curvas de acumulación y eficiencia del muestreo

La curva de acumulación de especies mostro una asíntota definida registrando 17 especies (Figura 4), demostrando la eficiencia del muestreo. La ecuación exponencial demostró que la información obtenida en el área se ajustó adecuadamente a la función con los parámetros siguientes: ($a= 3.52986$, $b= 0.208544$ y $R^2= 0.9972$), el valor del esfuerzo de muestreo fue 99.03%.

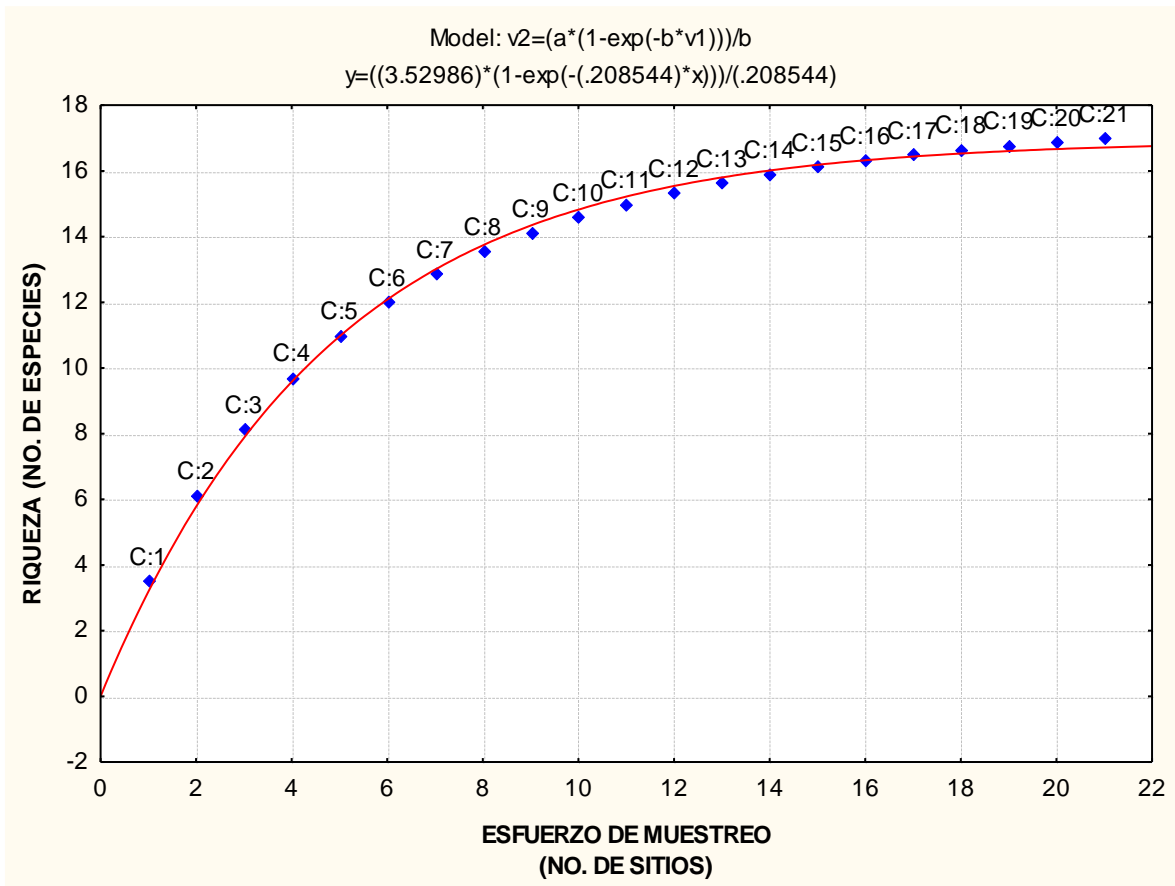


Figura 7. Curva de acumulación.

4.3 Estacionalidad (febrero, marzo, abril)

Abril fue el mes con mayor número de registros un total de 80 individuos; donde la especie más representativa fue *Lasiurus blossevillii* con 16 individuos, enseguida *Idionycteris phyllotis* (10), *Corynorhinus townsendii* (7), *Antrozous pallidus* (7) y *Lasiurus cinereus* (7), además se presentaron *Myotis melanorhinus*, *Myotis thysanodes* y *M. yumanensis* especies de las cuales no hubo presencia en los meses anteriores. En marzo se registró 55 individuos de igual manera *Lasiurus blossevillii* fue la especie más representativa con un total de 10 individuos, después *Antrozous pallidus* (6) y *Parastrellus hesperus* (6). En el mes de febrero que es el último de

invierno se presentaron 32 individuos siendo *Lasiurus blossevilli* la especie más representativa con 10 individuos. De las especies registradas cuatro son consideradas como migratorias, tal es el caso de *Tadarida brasiliensis*, *Myotis yumanensis*, *Lasiurus cinereus* y *Molossus rufus*, las tres últimas se registraron en marzo-abril en el caso de *T. brasiliensis* fue en el mes de febrero-marzo.

Tabla 2. Riqueza de especies en los meses febrero-abril en el Cañón de San Lorenzo.

| Familia | Nombre científico | R/M | Mes | | |
|----------------------------|--------------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|
| | | | febrero | marzo | Abril |
| Molossidae | <i>Molossus rufus</i> | MI | | 4 | 2 |
| | <i>Tadarida brasiliensis</i> | MI | 1 | 1 | |
| Vespertilionidae | <i>Antrozous pallidus</i> | R | 2 | 6 | 7 |
| | <i>Corynorhinus mexicanus</i> | R | | 1 | 2 |
| | <i>Corynorhinus townsendii</i> | R | 2 | 1 | 7 |
| | <i>Eptesicus fuscus</i> | R | 3 | 3 | 6 |
| | <i>Idionycteris phyllotis</i> | R | 1 | | 10 |
| | <i>Lasiurus blossevilli</i> | R | 10 | 10 | 16 |
| | <i>Lasiurus cinereus</i> | MI | | 3 | 7 |
| | <i>Lasiurus ega</i> | R | 2 | 4 | 4 |
| | <i>Lasiurus xanthinus</i> | R | 2 | 5 | 5 |
| | <i>Myotis californicus</i> | R | 4 | 4 | 4 |
| | <i>Myotis melanorhinus</i> | R | | | 2 |
| | <i>Myotis thysanodes</i> | R | | | 1 |
| | <i>Myotis velifer</i> | R | 3 | 3 | 4 |
| | <i>Myotis yumanensis</i> | MI | | | 2 |
| | <i>Parastrellus hesperus</i> | R | 2 | 6 | 5 |
| Total de individuos | | | 32 | 55 | 80 |

R=Residente, MI= Migratoria

4.4 Diversidad alfa (α)

Para la diversidad puntual el valor mayor calculado con el índice de diversidad de Margalef (D_{Mg}) fue para el mes de abril ($D_{Mg} = 3.494$), detectando la presencia de 15 especies; para el mes febrero se registraron 11 especies con un valor de ($D_{Mg} = 2.885$) y para marzo el valor fue de ($D_{Mg} = 2,967$) registrando 13 especies. En general para el Cañón de San Lorenzo la diversidad puntual fue alta (Tabla 4).

Tabla 3. Índice de diversidad.

| Índice de diversidad | Mes | | |
|----------------------|---------|-------|-------|
| Margalef | Febrero | Marzo | Abril |
| | 2.885 | 2.967 | 3.494 |

4.5 Diversidad beta

El análisis del índice de complementariedad de Jaccard realizado para las 17 especies encontradas en todo el muestreo mostro tener valores altos. Los meses de marzo-abril obtuvieron mayor complementariedad compartiendo 12 especies con 70 % de similitud, tal es el caso de *Molossus rufus*, *Antrozous pallidus*, *Corynorhinus mexicanus*, *C. Townsendii*, *Eptesicus fuscus*, *Lasiurus blosevilli*, *L. cinereus*, *L. ega*, *L. xanthinus*, *Myotis californicus*, *M. velifer* y *Parastrellus hesperus*. Para los meses restantes la similitud obtenida fue en un promedio del 64 % (Tabla 5).

Tabla 4. Índice de Jaccard.

| Mes de muestreo | Mes de muestreo | Índice de Jaccard |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| Febrero | Marzo | 0.625 |
| Febrero | Abril | 0.667 |
| Marzo | Abril | 0.706 |

El dendrograma realizado mediante el análisis de agrupamiento (UPGMA), calculado con el índice de Jaccard, presentó su raíz en el valor 0.65 de similitud. La diferencia entre los meses de febrero-marzo y febrero-abril es baja ya que el valor está por debajo de 0.66 umbral crítico propuesto por Sánchez y López (1988), además se puede notar que marzo y abril son más parecidos obteniendo un valor de 0.70 de similitud (Figura 7).

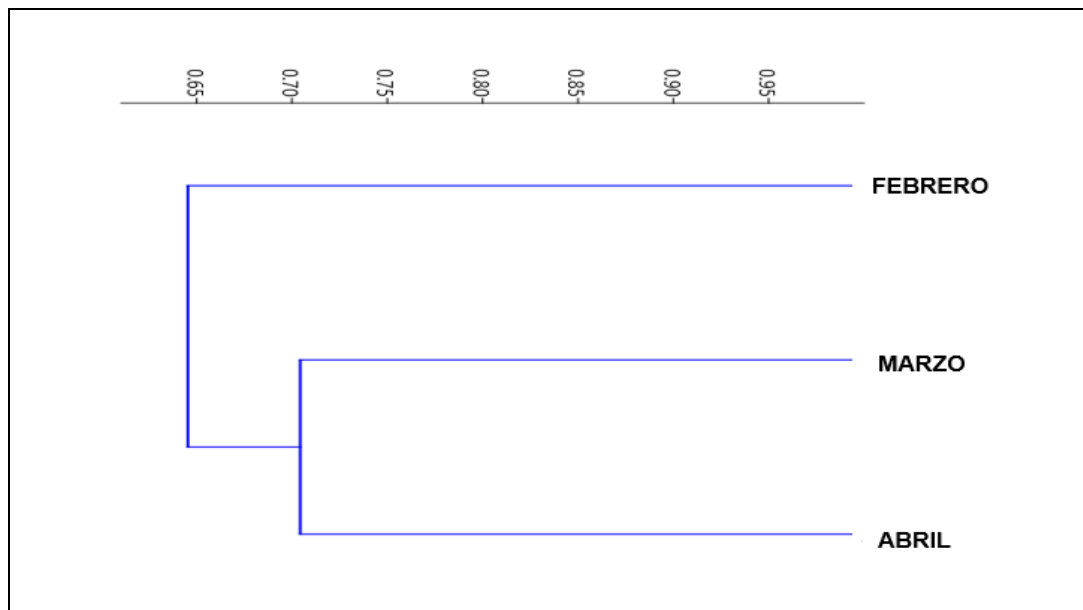


Figura 8. Dendrograma.

Generado mediante el índice de similitud de Jaccard de los murciélagos del Cañón de San Lorenzo, elaborado mediante el método UPGMA.

Tabla 5. Especies de murciélago por los meses de muestreo.

| Nombre científico | Mes | | |
|----------------------------------|---------|-------|-------|
| | Febrero | Marzo | Abril |
| <i>Molossus rufus</i> | | X | X |
| <i>Tadarida brasiliensis</i> | X | X | |
| <i>Antrozous pallidus</i> * | X | X | X |
| <i>Corynorhinus mexicanus</i> | | X | X |
| <i>Corynorhinus townsendii</i> * | X | X | X |
| <i>Eptesicus fuscus</i> | X | X | X |
| <i>Idionycteris phyllotis</i> | X | | X |
| <i>Lasiurus blossevillii</i> * | X | X | X |
| <i>Lasiurus cinereus</i> | | X | X |
| <i>Lasiurus ega</i> * | X | X | X |
| <i>Lasiurus xanthinus</i> * | X | X | X |
| <i>Myotis californicus</i> * | X | X | X |
| <i>Myotis melanorhinus</i> | | | X |
| <i>Myotis thysanodes</i> | | | X |
| <i>Myotis velifer</i> * | X | X | X |
| <i>Myotis yumanensis</i> | | | X |
| <i>Parastrellus hesperus</i> * | X | X | X |

*(Especies presentes en los tres meses de muestreo)

Tabla 6. Factores ambientales

| Mes | °C | H.R% | VEL. VIENTO |
|---------|-------|-------|-------------|
| Febrero | 17.83 | 37.70 | 12.80 |
| Marzo | 16.25 | 40.07 | 7.40 |
| Abril | 16.02 | 39.00 | 9.06 |

5. DISCUSIÓN

5.1 Riqueza

Espinosa-Martínez *et al.*, (2018) reportan para Coahuila 29 especies, las cuales en su mayoría son especies insectívoras, en este estudio se reportan 17 especies representando el 58.62 % de quiropterofauna de Coahuila, todas pertenecen al gremio de los insectívoros las cuales están agrupadas en dos familias (Vespertilionidae y Molossidae), siendo la Vespertilionidae la más representativa. Resultados iguales se obtuvo por parte de la facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Nuevo León en el 2014 para Hipólito, General Cepeda reportando 17 especies de murciélagos insectívoros. Comparando los resultados se concluye que este grupo de especies está bien representado para el Cañón de San Lorenzo. En estudios realizados en la parte noreste de México arrojan resultados similares en Nuevo León, Ortiz-Badillo (2015), reporto 18 especies insectívoras, siendo este gremio el más representativo de las cuales la familia Vespertilionidae fue la que presento mayor abundancia con 12 especies y Molossidae con cuatro.

Para Durango Rascón- Escajeda (2009), reporto 18 especies en la Cuenca del Río Nazas, siendo 16 especies son insectívoras y dentro de las mismas 13 especies pertenecen a la familia Vespertilionidae y tres son Molossidae. En la biosfera la Michilía, Durango, Gómez-Ruíz, (2007) detecto 16 especies insectívoras, todas pertenecen a la familia Vespertilionidae. En el área del desierto del Bajo Colorado en el estado de Baja California Ramos-Enríquez (2008), reporto 20 especies, 18 insectívoros, con 14 pertenecientes a la familia Vespertilionidae y cuatro en Molossidae. La similitud en el número de especies insectívoras reportadas en el área

de estudio con respecto a los trabajos antes mencionados se debe a los hábitos de vuelo y forrajeo de estas especies donde encuentran mayor disponibilidad de alimento ya que se mantienen altos niveles de población de insectos, al igual existen las condiciones adecuadas de refugio (Miralles y Massanés 1995; Sosa y Soriano 1996) además que se empleó el método de detección acústica el cual favorecen a las especies de murciélagos insectívoros.

PROFAUNA reporta 16 especies de murciélago para la Sierra Zapalinamé (Datos sin publicar) de las cuales 11 coinciden con las reportadas para el Cañón de San Lorenzo siendo estas *Tadarida brasiliensis*, *Myotis californicus*, *M. melanorhinus*, *M. velifer*, *Corynorhinus mexicanus*, *C. townsendii*, *Eptesicus fuscus*, *Idionycteris phyllotis*, *Lasiurus blossevillii*, *Lasiurus cinereus* y *Lasiurus xanthinus*, al comparar los resultados se llegó a la conclusión que los datos obtenidos son representativos del lugar de estudio obteniendo un 68.75 % de representatividad.

Por primera vez se registró *Antrozous pallidus*, *Molossus rufus*, *Myotis yumanensis*, *Lasiurus ega* y *Parastrellus hesperus* en el Cañón de San Lorenzo por medio de la detección acústica y *Myotis thysanodes* por medio de redes de niebla. (Ceballos *et al.*, 2008 y Ceballos *et al.*, 2006) mencionan que Coahuila es una área potencial para la distribución de estas especies, ya que se presentan las condiciones ecológicas adecuadas de temperatura, alimento, hábitat.

Con las redes se capturaron cinco individuos de tres especies, fue un número bajo en capturas; por lo cual la detección acústica mostró ser más eficiente al detectar 17 especies. (Pech-Canche *et al.*, 2010), mencionan que con las redes de niebla se registran especies filostómidos y con los detectores acústicos especies insectívoras,

lo cual concuerda con los resultados encontrados, donde la mayor identificación fue por medio de la detección acústica siendo todas las especies insectívoras. (Sánchez, 2009) hace referencia a que las especies del gremio insectívoro tiene muy desarrollado su sistema de ecolocalización lo cual les permite identificar las redes, por este motivo las capturas en las redes de niebla fue bajo ya que en el área de estudio mayormente se distribuyen especies insectívoras.

(Kuenzi y Morrison, 1998) mencionan que la combinación de métodos de registro es poco eficiente ya que la contribución de las redes de niebla a los inventarios puede ser baja al no aportar especies nuevas a lo registrado mediante los detectores acústicos. Guevara-Carrizales *et al.*, (2013), empleo redes de niebla y detectores acústicos obteniendo mejores resultados, ya que al emplear los dos métodos permite obtener un inventario de especies más completo (Gannon *et al.*, 2004). Lo resultados obtenidos concuerdan, ya que al emplear redes de niebla y detectores acústicos aumenta el listado de especies, donde por medio de las redes aumentó en una especie el listado.

Lasiurus cinereus, *Parastrellus hesperus* y *Myotis thysanodes* fueron identificadas por medio de las redes de niebla. *M. thysanodes* forrajea cerca del dosel vegetativo (Davis y Schimidly, 1994; Nowach, 1994). *P. hesperus* vuela a una distancia de 4 a 10 m sobre la vegetación, es común observarlo volando sobre las corrientes de agua en búsqueda de alimento (Ross, 1967). *L. cinereus* habita en el follaje de los árboles o en borde de las ramas (Ceballo *et al.*, 2006), estas características ecológicas de las especies favorecieron a ser capturada por medio de las redes de niebla.

5.2 Estacionalidad (febrero, marzo, abril)

La actividad de los murciélagos se ve modificada por factores ambientales y por la disponibilidad de alimento (Fleming, 1988).

La variación temporal de riqueza de los murciélagos es una consecuencia directa de la disponibilidad de los recursos alimenticios y otros factores ambientales como el clima (Cornejo-Latorre *et al.*, 2001). El mes que tuvo más registros de individuos fue abril, además que se presentaron tres especies únicas: *Myotis melanorhinus*, *Myotis thysanodes* y *Myotis yumanensis* debido a la disponibilidad de alimento y las condiciones de clima (Ceballos *et al.*, 1997, Aguirre *et al.*, 2003).

Korine *et al.*, (2000), menciona que la actividad de los murciélagos se ve influenciada por la intensidad de la luz solar, la temperatura y la velocidad del viento. Lo que concuerda con los resultados del presente estudio, donde la velocidad de viento más alta se presentó en febrero (12.8km/H), mientras que para marzo y abril fue de (7.4 y 9.06 Km/h) consecutivamente, en Mena Nizanda, Oaxaca, (Santos-Moreno, 2010) obtuvo que la actividad de los murciélagos insectívoros cesa totalmente cuando se alcanzó velocidades mínimas de (12.24 km/H), además de la velocidad evaluó la intensidad de la luz lunar, donde obtuvo que la velocidad del viento es más influyente en la actividad de los murciélagos. Reynolds (2006) menciona que las velocidades mínimas de los días que no hay actividad es de 7.16 a 17.24 Km/h.

El mes de febrero presento la menor temperatura lo cual afecto a la presencia de murciélagos. (Ceballos y Galindo, 1984) mencionan que en días con temperaturas muy frías o lluviosas la mayoría de las especies permanecen en sus refugios. En Bajo Colorado, Baja California (Ramos-Enríquez, 2008) reportó que existe una correlación

significativa entre las variables ambientales, temperatura y humedad relativa, y la actividad de murciélagos.

Lasiurus blossevilli fue la especie con mayor número de individuos, estuvo presente en todo muestreo; lo que coincide con la observaciones registradas en Naturalista⁴, donde registran que en los meses de enero a mayo es cuando más observaciones se han realizado, específicamente en el mes de marzo. Además que su distribución abarca la mayoría de los estados del país (Retana-Guiascón *et al.*, 2010, Sosa-Escalante *et al.*, 2013, Ramírez-Pulido *et al.*, 2014, Pacheco *et al.*, 2014); se encuentra distribuida en Norteamérica, sur de Canadá, Centroamérica y parte norte de Sudamérica. Es una especie que emigra hacia el sur cuando el clima esta frio y hacia el norte cuando el clima empieza a calentar (Lesson y Garnot, 1826)

De igual manera es importante considerar las especies migratorias que se registraron en este estudio, por ejemplo, *Tadarida brasiliensis* que es una especie que migra cada año entre el centro de México y suroeste de Estados Unidos, pasando el otoño e invierno en México, se mueve hacia Estados Unidos durante la primavera y verano (Russell *et al.*, 2005), lo cual concuerda con lo obtenido en este estudio donde se presentó en los meses de febrero y marzo. *Lasiurus cinereus* es otra especie migratoria con una amplia distribución, se encuentra desde Canadá hasta el norte de Argentina. Pasa el invierno en el Sur de los Estados Unidos y norte de México, en marzo se reportan tres individuos, para abril siete, en febrero no hubo ningún registro

⁴ <https://www.naturalista.mx/taxa/40520-Lasiurus-blossevilli>

estos resultados hacen inferencia a que en condiciones climáticas severas descansan (Baker, 1983, Ceballos y Galindo, 1984).

Myotis thysanodes fue una de las especies que se encontró en abril la cual es considerada como especie altamente migratoria, se puede encontrar en Estados Unidos, al este de Texas y en México. Llega a Estados Unidos ha mediado de mayo para comenzar sus colonias, (Davis y Schimidly, 1994; Nowach, 1994), por lo cual se llegó a la conclusión que en la mayor parte del año se encuentra en territorio mexicano, en el monitoreo realizado en Hipólito, Coahuila solo se tuvo presencia de esta especie en el mes febrero y marzo, concuerda los resultados obtenidos para Cañón de San Lorenzo.

5.3 Diversidad alfa (α)

La diversidad presente en el Cañón de San Lorenzo es considerada como alta. Al comparar los resultados obtenidos con el estudio realizado por Buenrostro-Silva (2013) donde en la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca estimo una diversidad de ($D_{Mg} = 2.198$), como máxima con 12 especies y ($D_{Mg} = 2.1.552$) como mínima con nueve especies, realizando el muestreo en cuatro localidades; donde llegó a la conclusión que probablemente no se haya registrado adecuadamente la riqueza de especies por el sesgo que género el método de captura. Los resultados obtenidos para el Cañón de San Lorenzo son mayores, y se puede deducir que la diversidad es alta ya que es un área pequeña en la cual se obtuvo un total de 17 especies; se obtuvieron estos resultados porque el área cuenta con cuerpos de agua, diferentes tipos de vegetación, la fisiografía es variada donde encontramos laderas con pendientes pronunciadas, valles y lomeríos con altitudes que van desde 1 800 a los 3 000 msnm (PROFAUNA,

2013). Además que la zona está bien conservada lo cual brinda alimento y refugio para diferentes especies de murciélago. Ortiz-Badillo (2015) reporto una diversidad de murciélago en diferentes tipos de vegetación para tres municipios de Nuevo León donde Galena obtuvo un valor de ($D_{Mg} = 11.76$ y 12.78) en MMR (Matorral Micrófilo Rosetófilo) y PH (Pastizal Halófilo), en Linares ($D_{Mg} = 11.80$ y 14.79) en MET (Matorral Espinoso Tamaulipeco) y C (Cultivo), en el caso de Iturbide en BPE (Bosque de Pino Encino) ($D_{Mg} = 15.82$). La diferencia en comparación con este estudio se debe a que la superficie de muestreo fue mayor por lo tanto el número de especies aumenta. (Romero, 1999) menciona que el índice de riqueza Margalef se basa en el número de especies y como regla general la riqueza tiende a aumentar con la superficie de muestreo.

5.4 Diversidad beta (β)

La tasa de recambio de especies (diversidad β) dio valores altos indicando poco diferenciación de la composición de murciélagos para los tres meses de muestreo, ya que poseen una similitud alta, esto se debe a que la mayoría de la especies presentes en el lugar son residentes.

En el mes de marzo y abril hubo un 70 % de similitud, lo cual se debe principalmente a que las condiciones ambientales no fueron tan severas y la disponibilidad de recursos alimenticios fue más abundante (Wang *et al.*, 2003). Lo cual se ve el efecto de las estaciones del año ya que estos meses pertenecen a primavera. El mes de febrero comparado con marzo y abril el cambio fue bajo esto se debe a que febrero es un mes de invierno y muchas especies por las condiciones climáticas

disminuyen su actividad por la disponibilidad de alimento (Pérez-Rodríguez *et al.*, 2012)

6. CONCLUSIONES

- Se generó la primera biblioteca acústica de murciélagos insectívoros para la zona de manejo Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila, reportando 17 especies, pertenecientes a la familia Vespertilionidae y Molossidae.
- Se registraron *Tadarida brasiliensis*, *Myotis thysanodes* y *Lasiurus cinereus* que son especies migratorias.
- Se tuvo los primeros registros en Cañón de San Lorenzo de *Antrozous pallidus*, *Molossus rufus*, *Myotis thysanodes*, *M. yumanensis*, *Lasiurus ega* y *Parastrellus hesperus*, por medio de la detección acústica.
- La diversidad de los murciélagos se ve afectada por los factores ambientales, ya que en condiciones extremas de viento, lluvia y temperatura es casi nula la presencia de murciélagos
- El detector acústico fue más representativo en el muestreo, debido a que el Cañón de San Lorenzo pertenece a la región Neártica donde hay mayor número de especies insectívoras las cuales tienen desarrollado su sistema de ecolocalización lo cual les permite identificar las redes
- La especie con mayor representatividad fue *Lasiurus blossevilli* debido a que la especie encuentra las condiciones favorables de hábitat y alimentación.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar visitas a cuevas para tener espectrogramas que facilite la identificación de las especies.
- Realizar el muestreo por más tiempo para obtener registros de especies para todo el año.
- Intensificar el esfuerzo de muestreo en redes, para tener más capturas de especies.
- Realizar un inventario para la quiropteroфаuna de la Sierra Zapaliname.

8. LITERATURA CITADA

- Aguirre, L. F., Lens, I., Van Damme, R., y Matthyssen, E. 2003. Consistency and variation in the bat assemblages inhabiting two forest islands within a Neotropical savanna in Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 19:367-374.
- Ahlén, I. 1990. Heterodyne and time-expansion methods for identification of bats in the field and through sound analysis. *Bat Echolocation Research: tool, techniques y analysis*. 72-79.
- Baev, P. V., Penev, L. D. 1995. BIODIV: Program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofía-Moscow, 57.
- Baker, R. 1983. Michigan Mammals. Michigan State University Press. Lansing, MI. Pgs. 127-132
- Baker, R. H. 1956. Mammals of Coahuila, México. University of Kansas Museum of Natural History. *Miscellaneous*, 9(7), 125-335.
- Balmori, A. 1998. El estudio de los quirópteros a través de sus emisiones ultrasónicas. *Métodos en Mastozoología*, 10(1), 12-19.
- Buenrostro-Silva, A., Antonio-Gutiérrez, M., García-Grajales, J. Diversidad de murciélagos de la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca. 2013. *Therya*, 4(2), 361-376.
- Ceballos, G., Blanco, S., González, C y Martínez, E. 2006. *Myotis thysanodes* (Murciélago). Distribución potencial. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Usos de la Biodiversidad.

- Ceballos, G. y Brown, J. 1995. Global patterns of mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Conservation Biology*, 9(3), 559-568
- Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México. Editorial Limusa. México. D.F.
- Ceballos, G., Flemming, T. H., Chávez, C., y Nassar, C. 1997. Annual population cycle of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) at roost near Chamela, Jalisco, México. *Journal of Mammalogy*, 78, 1220-1230.
- Ceballos, G., y Arroyos-Cabrales, J. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época*, 2(1), 2-54.
- Colwell, R. K. 2016. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. (Software), Version 9.1.0. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/estimatespages/estimates.php> (29/03/2019).
- CONABIO. 2012. Precipitación total anual, escala 1:1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO. 2012. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. (Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>) (18/03/2019)
- CONABIO. 2018. Murciélagos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 1p. (Disponible en: <https://www.sema.gob.mx/SRN-SIIAECC-BIO-DP-MAM-MUR.php>.)
- Corben, C., y Fellers, G. M. 2001. Choosing the “correct” bat detector—a reply. *Acta Chiropterologica*, 2, 253-256.

- Cornejo-Latorre, C., Rojas-Martínez, A. E., Aguilar-López, M., 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*, 2(2), 169-182.
- Correa, A. N., y Rovalo, M. 2010. Los murciélagos de la Cueva la Boca, Nuevo León, México. (Disponible en: <https://iosoffices.wordpress.com/2010/03/02/los-murcielagos-de-la-cueva-la-boca-nuevo-leon-mexico/>). (26/01/2019).
- Cortés-Calva, P. 2013. Ecolocalización (una visión a los quirópteros). *Therya*, 4(1), 9-14.
- Davis, W. y Schmidly, D. 1994. The Mammals of Texas. Austin: University of Texas Press.
- Easterla, D. A. 1973. Ecology oh the 18 species of Chiroptera at Big Bend Park, Texas. 2º Edicción. The Northwest Missouri State University Maryville State. 54-165p.
- Encina-Domínguez, J. A. 2017. Riqueza florística y comunidades vegetales de la sierra de Zapaliname, Coahuila, México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. 158p.
- Espinoza-Martínez, D.V., Arroyo-Cabrales, J., Ríos-Muñoz, C.A., Medellín, A., y León, L.S. 2018. La biodiversidad en Coahuila. Murciélagos. Vol II. 431-441.
- Estrada-Villegas, S., Rodríguez, R., y Barboza, K. 2016. Ecolocación: fundamentos, usos y equipos. Red Latinoamericana para la Conservación de los Murciélagos. (Disponible en: <http://www.relcomlatinoamerica.net/index.php/bioacustica>; (22/02/2019).

- Fenton, M. B. 2002. Bat Natural History and Echolocation. *Bat Echolocation Research tool, techniques and analysis*. 2-6.
- Fenton, M. B., y Bell, G. P. 1981. Recognition of species of insectivorous bats by their echolocation calls. *Journal of Mammalogy*, 62(2), 233-243.
- Findley, J. S. 1993. Bats: a community perspective. Cambridge University Press. 167p.
- Fleming, T. H. 1988. The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions. University of Chicago Press, Nueva York.
- Gándara, G., Correa, A. N. y Hernández, C. A. 2006. Valoración económica de los servicios ecológicos que presentan los murciélagos. *Tadarida brasiliensis* como controladores de plagas en el Norte de México. Tecnológico de Monterrey. EGAP. 1-18.
- Gannon, W. L., O'Farrell, M., Corben, C., y Bedrick, E. 2004. Call Characters lexicon and analysis of field recorded bats echolocation calls en Echolocation. Pp. 478-484 in Bats and Dolphins (Moss T. J., y M. Vater, eds.). The University Chicago Press. Chicago, EE.UU.
- García-Rojas, A., López-González, C. 2018. Principios de acústica para la comprensión y análisis de llamados de ecolocalización en murciélagos. *Vidsupra Visión Científica*, 10(2), 31.
- Gómez-Ruiz, E. P. 2006. Actividad de murciélagos (Chiropera) en cuerpos de agua y su relación con variables ambientales en la reserva de la biosfera la Michilía, Durango. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Durango. 84p.

- Gómez-Ruíz, E. P., Jiménez, C., Flores-Maldonado, J. J., Lacher, T.E., y Packerd, J. 2015. Conservación de murciélagos nectarívoros (Phyllostomidae: Glossophagino) en riego en Coahuila y Nuevo León. *Theyra*, 6(1), 89-102.
- Guevara-Carrizales, A. A., Zamora-Gutiérrez, V., González-Gómez, R., Martínez-Gallardo, R. 2013. Catálogo de los murciélagos de la región del delta del Río Colorado, México. *Theyra*, 4(1), 47-60.
- Guzmán, A., y Gonzalez, J. I. 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*. Reporte Técnico Final. Entregado a: Fuerza Eólica del istmo S.A. de C.V.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. 2001. PAST version 2.07: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4:9. Programa y documentación disponible en: <https://folk.uio.no/ohammer/past/>.
- Humes, M. L., Hayes, J. P., y Collopy, M. W. 1999. Bat activity in thinned, unthinned, and old-growth forest in western Oregon. *The Journal of Wildlife Management*, 63(2), 553-561.
- INEGI. 2005. Información de climas. Guía para la Interpretación de Cartografía Climatológica.
- INEGI. 2013. Conjunto de datos vectoriales edafológicos, serie II (Continuo Nacional). Instituto nacional de Estadística y Geografía. México.

- 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*, 8, 151-161.
- Kalcounis, M. C, Brown, T. J., Handford, P. T., y Ojeda, R. A. 2003. Preliminary notes on bat activity and echolocation in northwestern. *Mastozoología Neotropical*, 10(2), 331-339.
- Kalko, E. K. V., Estrada, S., Schimidat, M., Wegmann, M., y Meyer, C. F. J. 2008. Flying high- assessing use of the aerosphere by bats. *Integrative and Comparative Biology*, 48(1), 60-73.
- Korine, C., E. K.V. Kalko y E. A. Herre. 2000. Fruit characteristics and factors affecting fruit removal in a Panamanian community of strangler figs. *Oecologia* 123:560-568.
- Kraker-Castañeda, C., Santos-Moreno, A., García-García, J.L 2013. Riqueza de especies y actividad relativa de murciélagos insectívoros aéreos en una selva tropical y pastizales en Oaxaca, Mexico. *Mastozoología Neotropical*, 20(2), 255-267.
- Kuenzi, A. J., y Morrison, M. L. 1998. Detection of bats by mist-nets and ultrasonic
- Kunz, T. H., and Diaz, C. A. 1995. Folivory in fruit-eating bats, with new evidence from *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Biotropica*, 27(1), 106-120.
- Kunz, T., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., and Fleming, T. H. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223, 1-38.

- León-Tapia, M.A., y Hortelano-Moncada, Y. 2016. Richness of insectivorous bats in a chaparral área in the municipality of Tecate, Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 1055-1061.
- Lesson y Garnot, 1826. Ferussac's Bulletin Sci Nat. Geol, 8, 95.
- Liberatore, G., Samson, A., Baldin, C., Schueleuning, WD., y Medcalf, R. 2003. Vampire bat salivary plasminogen activator (desmoteplase): a unique fibrinolytic enzyme that does not promote neurodegeneration. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12574572>. (25, Enero, 2019)
- Lisón, F. 2011. Claves de identificación para las llamadas de ecolocación de los murciélagos de la Península Ibérica. Versión electrónica 1.0. Disponible en: <http://quiromur.blogspot.com/p/publicaciones.html>
- MacSiwiney, M. C., Clarke, F., y Racey, P., 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, 1364-1371.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179.
- Malo, J. A., y Molina, D. 2011. Ecolocación y detectores de quirópteros. *Revista Barbastella*, 1-9.
- Marcina, C. 2008. Effect of moonlight on nocturnal activity of two Cuban nectarivores: the Greater Antillean Longtongued Bat (*Monophyllus redmani*) and Poey's Flower Bat (*Phyllonycteris poeyi*). *Bat Research News*, 49, 71-74.

- Marroquin, J. S. 1976. Vegetación y florística del noreste de México. Aspectos sinecológicos de Coahuila. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Tomo XXXVII. 69-101p.
- Medellín, R., y Gaona, O. 2010. Los murciélagos, los animales más culminados y maltratados en México y en el mundo. *Oikos*. 1, 11-13.
- Medellín, R.A., Abreu–Grobois, A., Del Coro Arizmendi, A., Mellink, E., Ruelas, E., Santana, E., y Urbán. J. 2009. Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 459-515.
- Mittermeier, R. A. y Mittermeier, C. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. CONABIO. 63-73.
- Miralles, J. y Massanes, R. 1995. Perspectiva Ambiental 4. Murciélagos. 2-8.
- Moreno, C. E. y Halffter, G. 2001. On the measure of sampling effort used in species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 38, 487-490.
- Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 76(2), 207-252.
- Neuweiler, G. 2000. The Biology of Bats. Oxford University Press. 310 p.
- Nowak, R. 1994. Walker's Mammals of the World. 5ta edición. Baltimore, EEUU: Johns Hopkins University Press. 289p.
- O'Farrell, M. J., Corben, C., y Gannon, W. L. 2000. Geographic variation in the echolocation calls of the hoary bats (*Lasiurus cinereus*). *Acta Chiropterologica*, 2, 185-196.
- Orozco-Lugo, C. L., Valenzuela-Galván, D., Guillén-Sirviente, A., Lavallo-Sánchez, Amantina., y Rhodea, A.J. 2014. Primer registro de cuatro especies de

murciélago para el Estado de Morelos y Nuevos Registros para la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85, 38-47.

Ortíz-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, NL. 116p.

Pacheco, J., List, R., y Ceballos, G. 2014. Mamíferos. Pastizal. En: CONABIO (Ed.). La biodiversidad en Chihuahua. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 320-325.

Parsons, S., Jonas, G. 2000. Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks. *The Journal of Experimental Biology*, 203, 2641-2656.

Pech-Canche, J. M., MacSwiney, C., Estrella, E. 2010. Importancia de los detectores ultrasónicos para mejorar los inventarios de murciélagos Neotropicales. *Therya*. 1(3), 221-228.

Pérez-Rodríguez, T. I., López-González, C., Y Antonio-Guerrero, J. 2012. Evaluación de la diversidad de Quirópteros en el Paisaje Terrestre Protegido Mesas de Moropotente. *Revista Científica-FAREM Estelí / Ciencias Ambientales*. 1, 10.

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*. Saltillo, Coahuila, México. 70-75.

Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. John Wiley y Sons, New York, 165p.

- Portes, V. L. 2001. Evaluación del cambio de uso de suelo y del paisaje regional en la sierra Zapalinamé. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 2: 41–51.
- Proches, S. 2005 The worlds biogeographical regions: cluster base don bat distributions. *Journal of Biogeography*, 32(4), 670-614.
- Proches, S. y Ramdhani, S. 2012. The worlds zoogeographical regions confirmed by cross-taxon analyses. *Bioscience*, 62(3), 260-270.
- PROFAUNA. 2013. Programa operativo 2013-2017. Protección de la Fauna Mexicana, A.C. 114.
- Racey, P. 1988. Reproductive Assessment in Bats. Pp. 31-43 in *Ecological and Behavioral Methods for the study bats*. (Kunz, T. H., ed.). Smithsonian Institution Press. Washington, EE.UU.
- Ramírez-Pulido, J., González-Ruiz, N., Gardner, A. L. y Arroyo-Cabrales, J. 2014. List of Recent Land Mammals of Mexico 2014. Special Publications, Museum of Texas Tech University. Museum of Texas Tech University.
- Ramos-Enríquez, M. D. 2014. Uso de hábitat de los murciélagos (Chiroptera) en la ecorregión del desierto del Bajo Colorado, Baja California, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE). 54p.
- Rascón-Escajeda, J. A. 2009. Uso del hábitat por los murciélagos (Chiroptera) en la cuenca baja del río Nazas, Durango. Tesis de Maestría. CIIDIR-IPN Durango. 82 p.
- Retana-Guiascón, O. G., Weber, M. y Guzmán, D. 2010. Mamíferos terrestres. En: Villalobos-Zapata, G. J. & Mendoza Vega. J. (Coords.). *La biodiversidad en*

- Campeche. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche. El Colegio de la Frontera Sur. México. 372-377.
- Reynolds, S. D. 2006. Monitoring the potential impact of a wind development site on bats in the Northeast. *Journal of Wildlife Management*, 70, 1219-227.
- Romero, G. 1999. Caracterización ecológica y definición de esquemas de muestreo en el Matorral Espinoso Tamaulipeco del Noreste de México. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, Nuevo León, 72.
- Romero-Almaraz, M. L., Aguilar-Setién, A., y Sánchez-Hernández, C. 2006. Murciélagos benéficos y vampiros: características, importancia, rabia, control y conservación. AGT Editores. México. 213.
- Ross, A. 1967. Ecological aspects of the food habits of insectivorous bats. Proc. Western Found. Vert. Zool. 1, 204-263.
- Ruíz-López, L.M. 2017. Diversidad de murciélagos insectívoros en la Finca la Ceiba, Tuxpan, Veracruz. Tesis Licenciatura. Universidad Veracruzana. 66p.
- Russell, A.L., R.A. Medellín and G.F. McCracken. 2005. Genetic variation and migration in the Mexican free-tailed bat (*tadarida brasiliensis mexicana*). *Molecular Ecology*, 14, 2207-2222
- Sánchez, O y López, G. 1988. A theoretical analysis of some índices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana*, 75, 119-145

- Sánchez, R. 2009. Cambios en la estructura de la comunidad de murciélagos de la Estación Biológica La Selva, Costa Rica: 1973 y 2005. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas, UNAM. México
- Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J.J., Gómez-Rodríguez, R. A., Guevara, L., Gutiérrez-Granados, G., y Rodríguez-Moreno, Á. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 496-504.
- Santos-Moreno, A., Ruiz-Velásquez, E., y Sánchez Martines, A. 2010. Efecto de la intensidad del viento y de la intensidad de la luz lunar en la actividad de murciélagos filostómidos de Mena Nizanda, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 839-845.
- Sélem, C. I., Tun, J., Hernández, S., Chablé, J., y Ortiz, J. J. 2012. Riqueza y abundancia de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, Yucatán, México. *Bioagrocencias*, 5(1), 14.
- Soberón, J., y Llorente, J. 1993. Toe use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7, 480-488.
- Sosa-Escalante, J. E., Pech-Canché, J. M., MacSwiney, M. C., y Hernández-Betancourt, S. 2013. Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84.
- Sosa, M y Soriano, P. J. 1996. Resource availability, diet and reproduction in *Glossophaga longirostris* (Mammalia: Chiroptera) in an arid zone of the Venezuelan Andes. *J. Trop. Ecol.* 12: 805-818.

- Speakman, J. R. 2001. The evolution of flight and echolocation in bats: another leap in the dark. *Mammal Review*, 31(2), 111-130.
- Torres, J. W y Guevara, L. M. 2010. Perspectivas sobre el origen y la filogenia de los murciélagos. *Contactos*, 77, 5-9.
- Torres, J. W. 2005. Estructura de una comunidad tropical de murciélagos presentes en la cueva "El Salitre", Colima, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. 132p.
- Villa-R, B. 1967. Los murciélagos de México, su importancia en la economía y la salubridad- su clasificación sistemática. *Journal of Mammalogy*, 48(4), 683-684.
- Wang, H. G., Owen, R. D., Sánchez-Hernández, C y Romero-Almaraz, M. de L. 2003. Ecological characterization of bat species distributions in Michoacán, México, using a geographic information system. *Global Ecology & Biogeography*, 12:65-85.
- Wilson, D. E., Medellín, R., Lanning, D. V., Arita, H. T. 1985. Los murciélagos del noreste de México, con una lista de especies. *Acta Zool.Mex*, 8, 26.
- Zárate, D., Serrato, A., y López-Wilchis, R. 2012. Importancia ecológica de los murciélagos. *ContactoS*, 85, 19-27.

9. ANEXOS

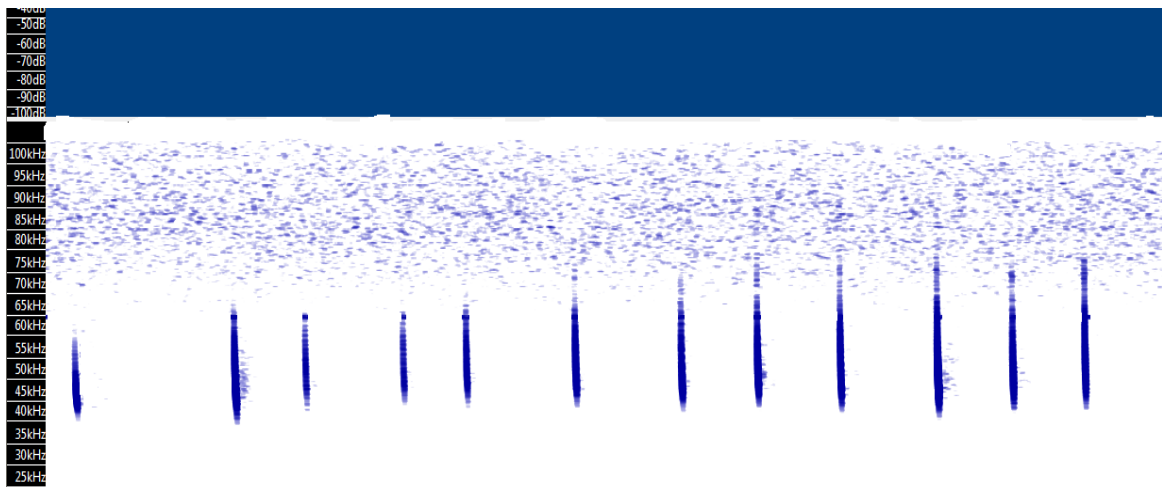
9.1 Anexo de catálogo ultrasónico

Catálogo ultrasónico de murciélagos insectívoros en el Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila.

❖ *Antrozous pallidus*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| 77.28 | 48.79 | 19.17 | 55.67 |

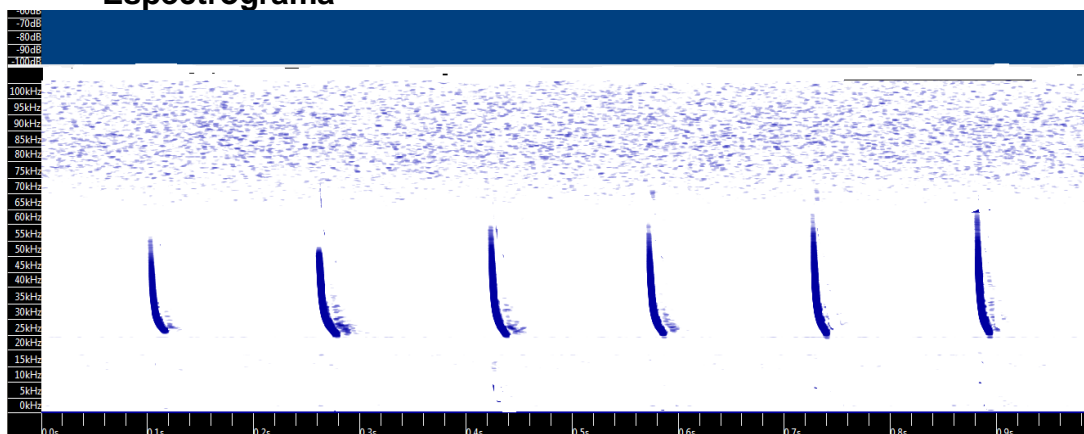
Espectrograma



➤ *Corynorhinus mexicanus*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| 54.41 | 24.74 | 53.19 | 13.38 |

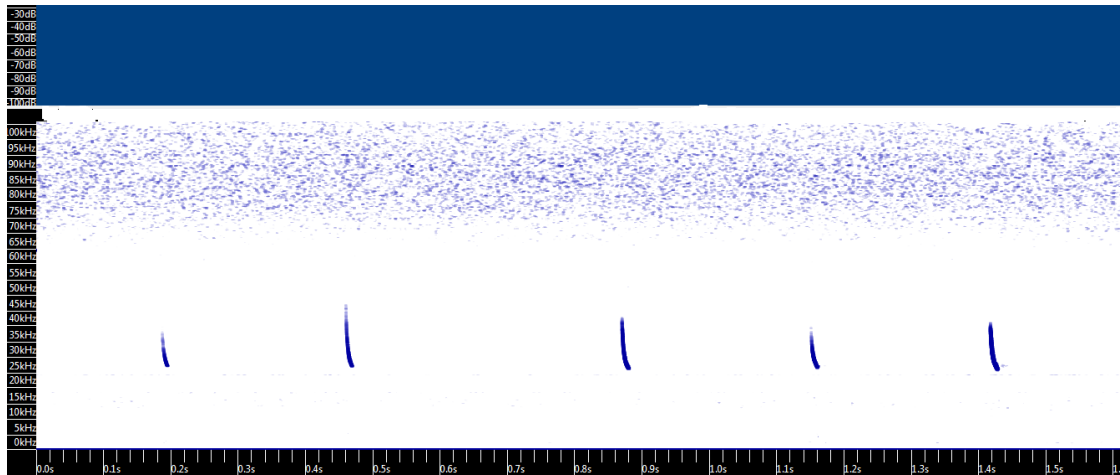
Espectrograma



➤ *Corynorhinus townsendii*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| 36.70 | 22.77 | 19.63 | 86.43 |

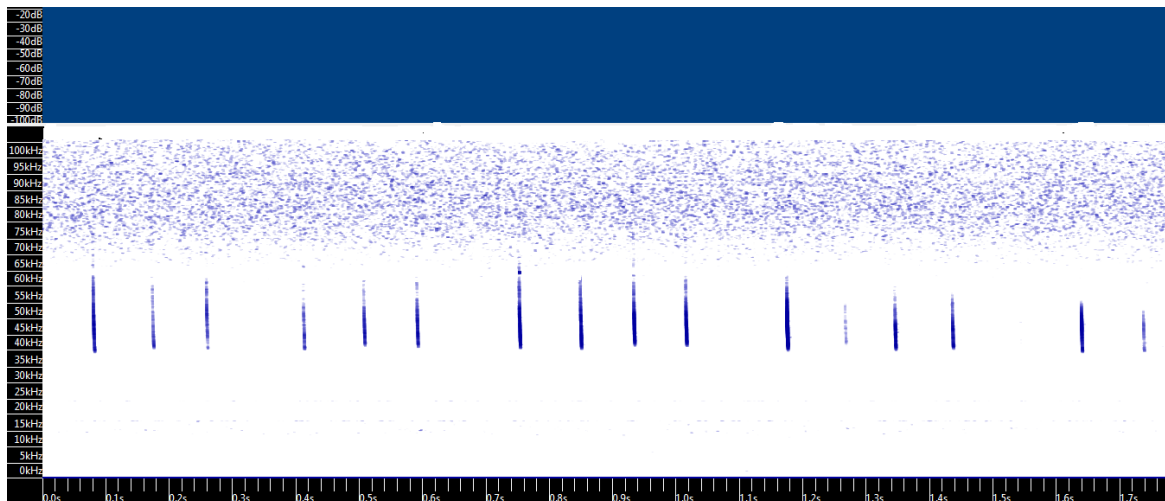
Espectrograma



➤ *Eptesicus fuscus*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| 60.60 | 42 | 4.00 | 108.00 |

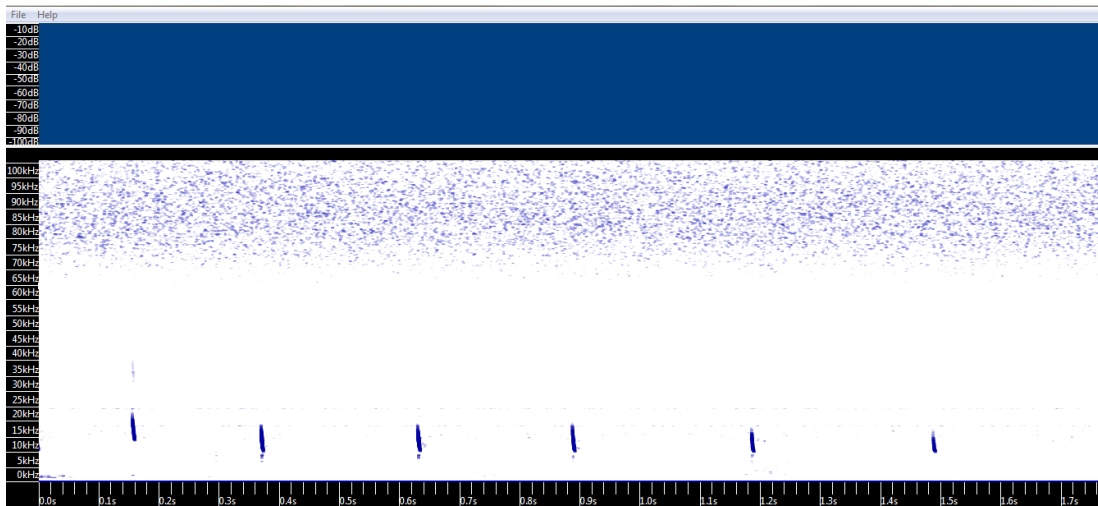
Espectrograma



➤ *Idionycteris phyllotis*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| 23.29 | 13.37 | 8 | 220.00 |

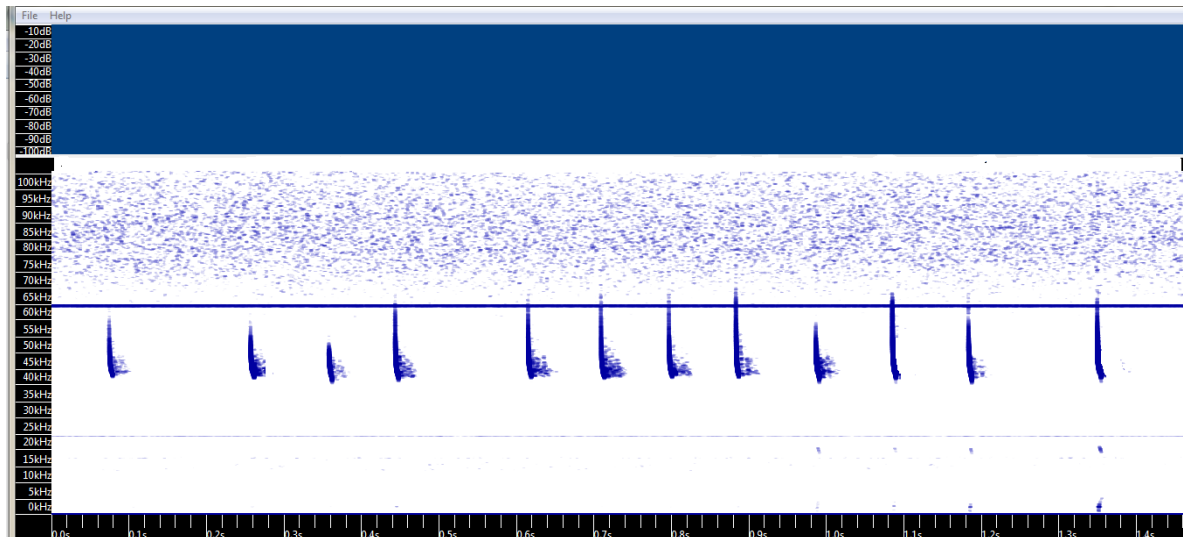
Espectrograma



➤ *Lasiurus blossevillii*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| 65.24 | 46.83 | 14.67 | 66.00 |

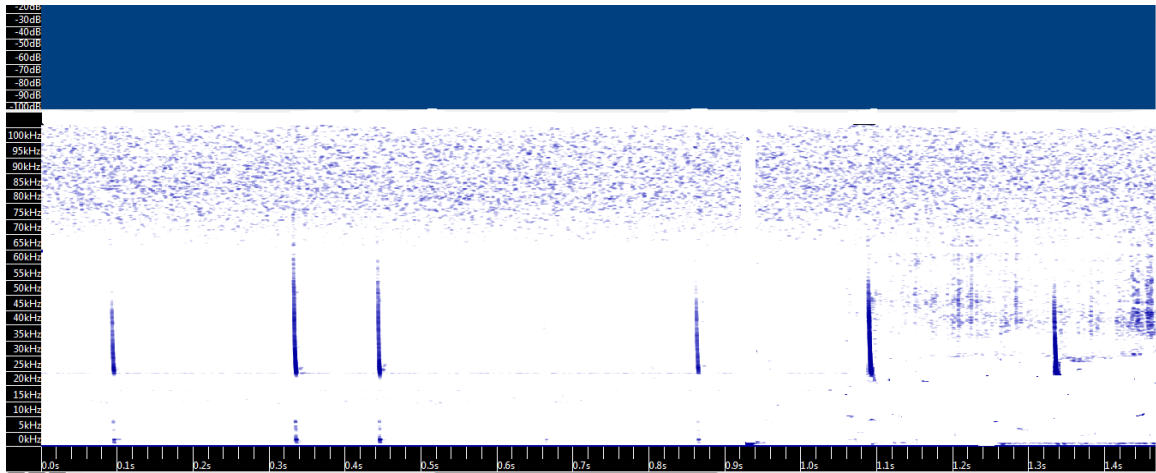
Espectrograma



➤ *Lasiurus cinereus*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| 60.87 | 30.53 | 2.16 | 175.67 |

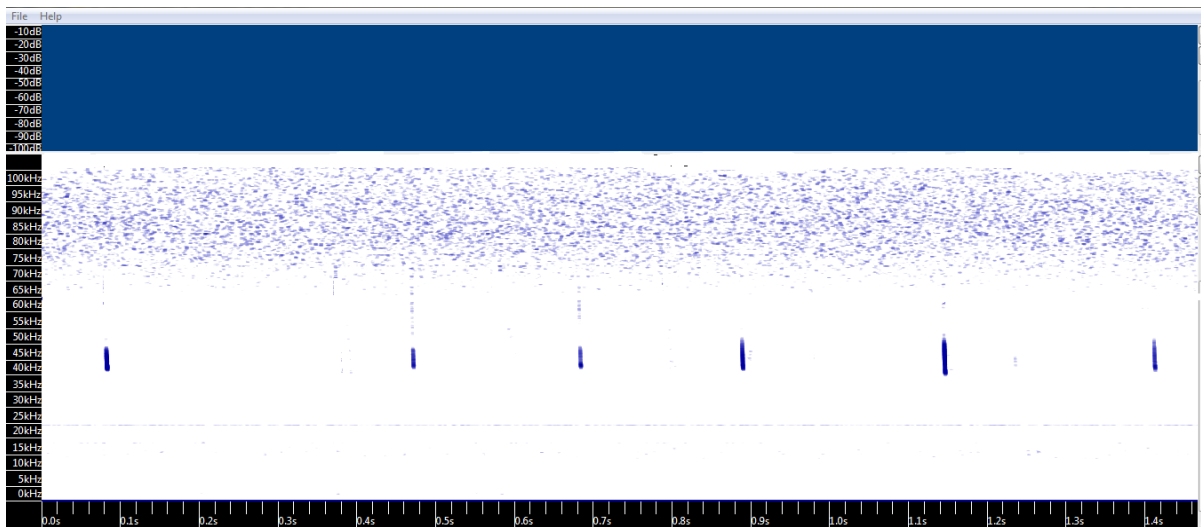
Espectrograma



➤ *Lasiurus ega*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| 47.97 | 41.76 | 24.33 | 190 |

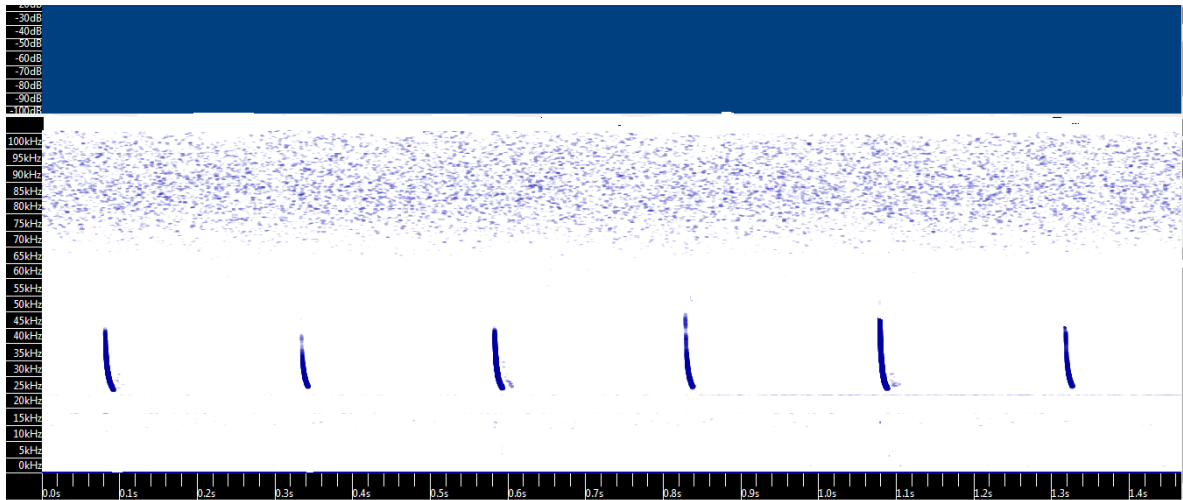
Espectrograma



➤ *Lasiurus xanthinus*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| 43.98 | 25.60 | 8.72 | 266.23 |

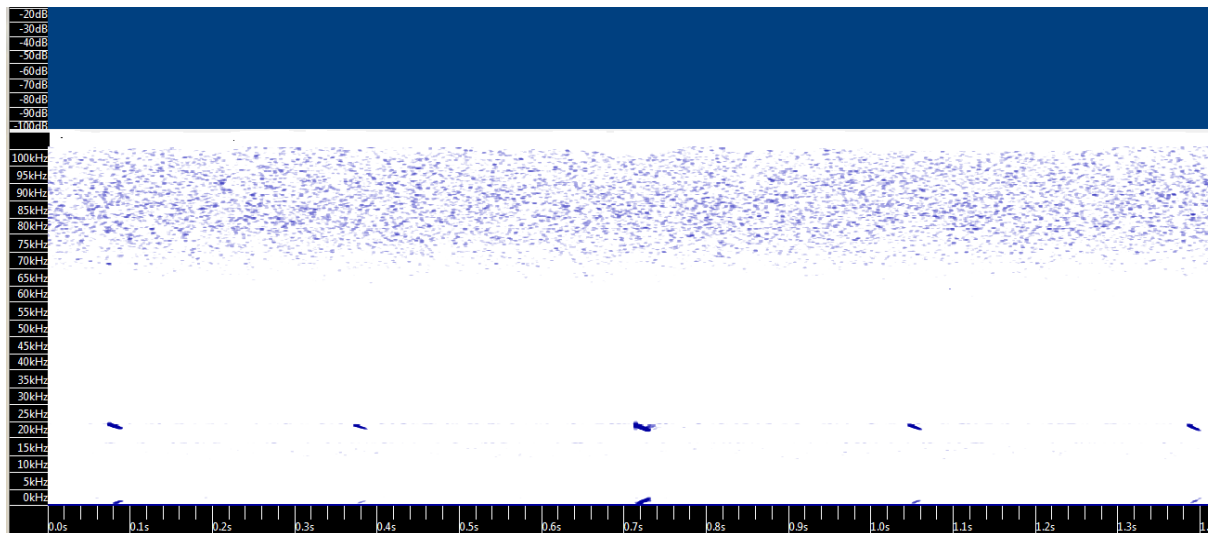
Espectrograma



➤ *Molossus rufus*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| 24.14 | 23.07 | 7.47 | 454.58 |

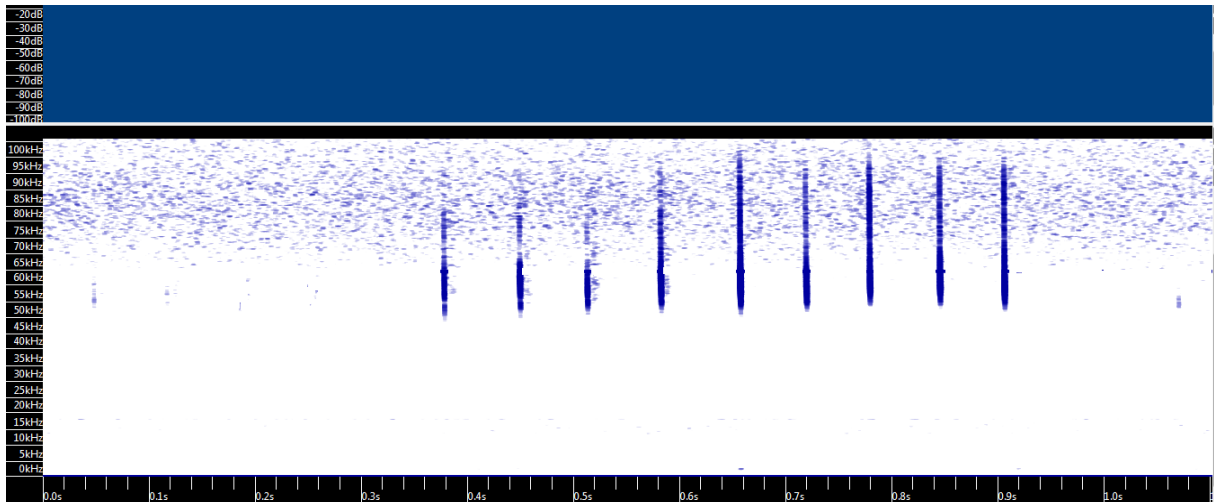
Espectrograma



➤ *Myotis californicus*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 90.02 | 52.30 | 16.00 | 92.33 |

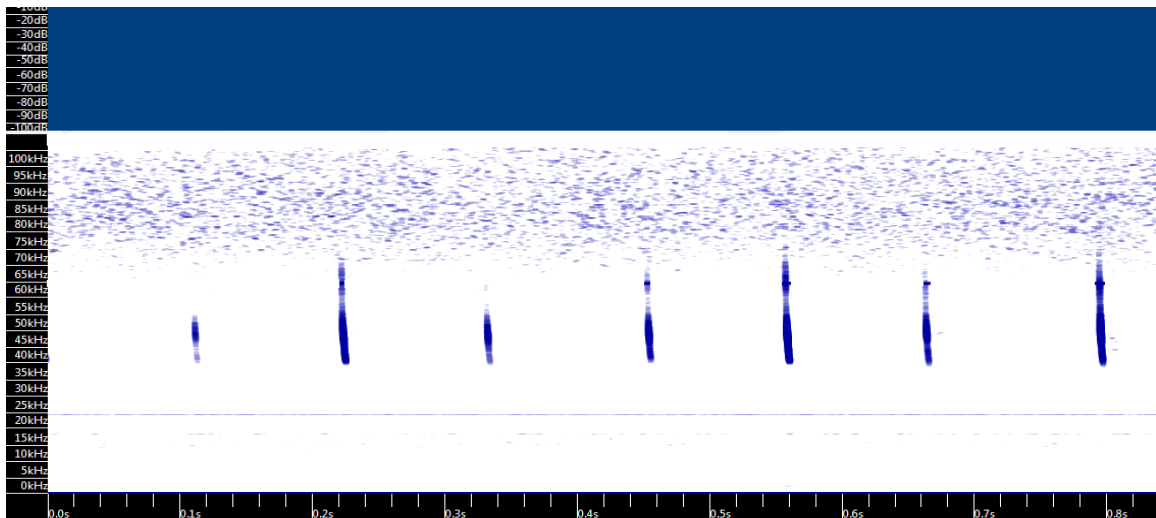
Espectrograma



➤ *Myotis melanorhinus*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 60.38 | 42.40 | 2.42 | 191.33 |

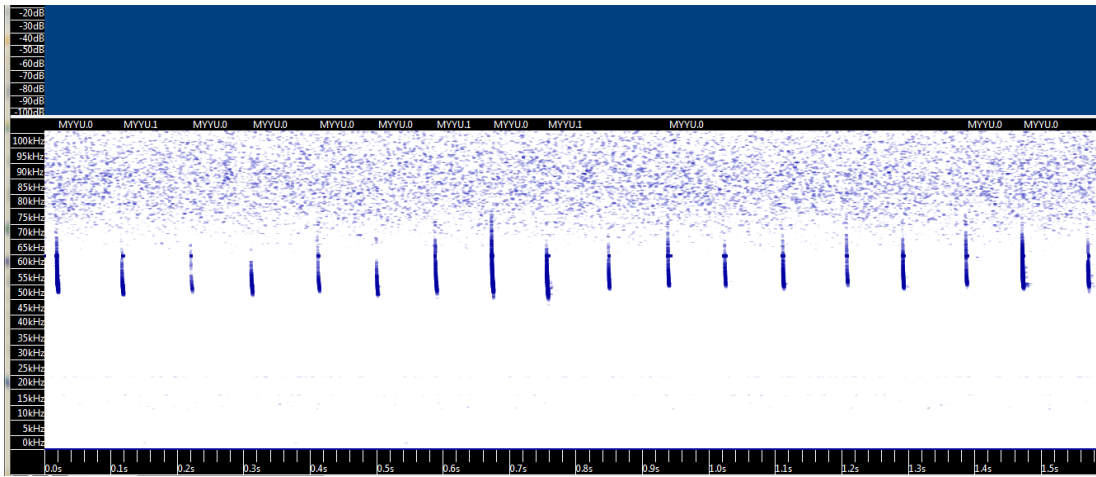
Espectrograma



➤ *Myotis yumanensis*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 80.04 | 51.80 | 2.73 | 155.44 |

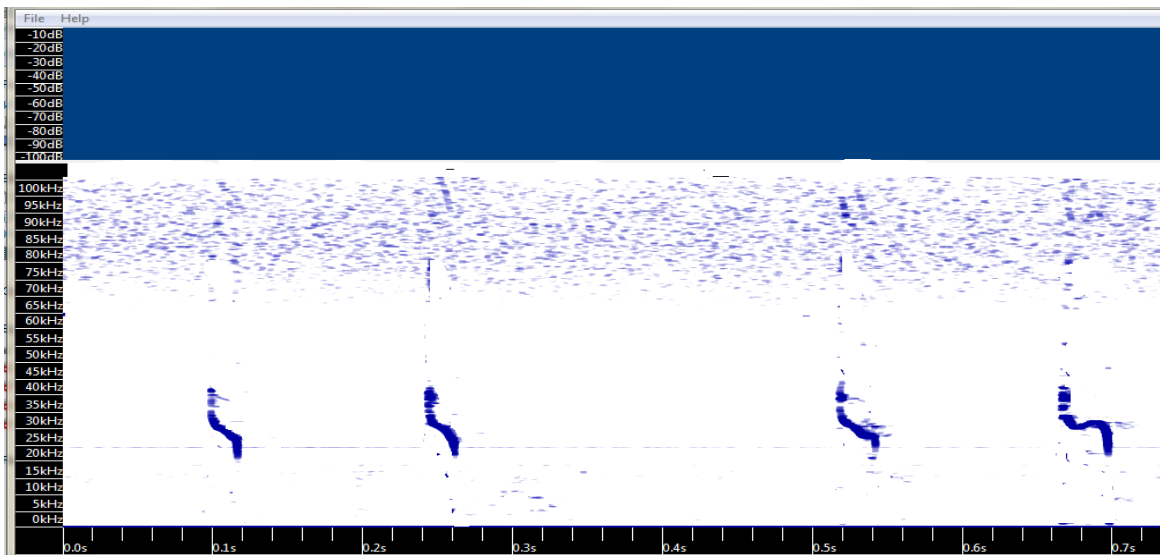
Espectrograma



➤ *Myotis thysanodes*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 63.80 | 19.00 | | |

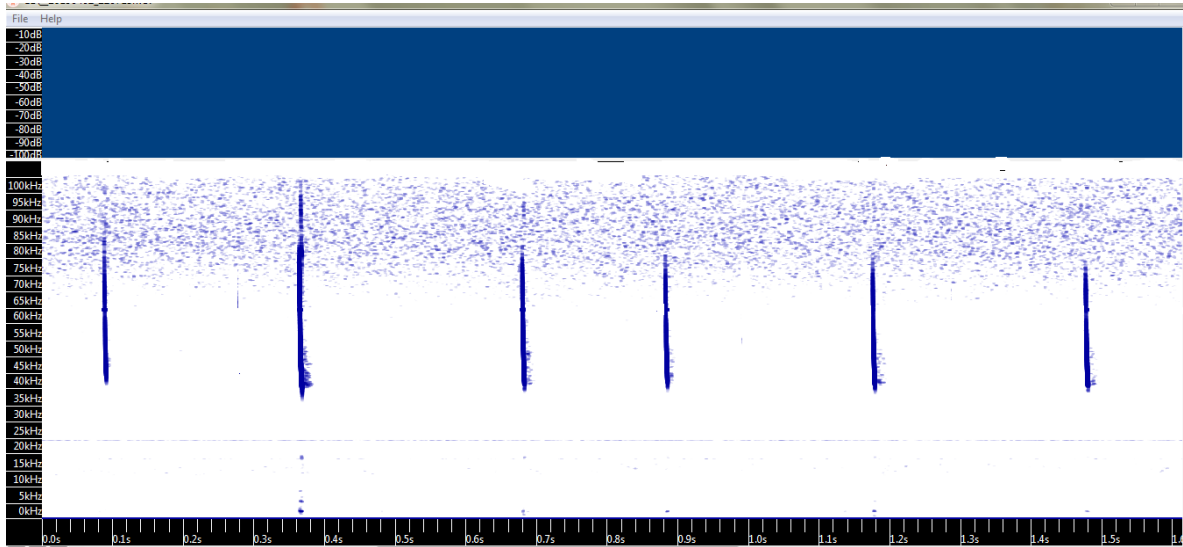
Espectrograma



➤ *Myotis velifer*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 90.55 | 48.05 | 19.00 | 66.33 |

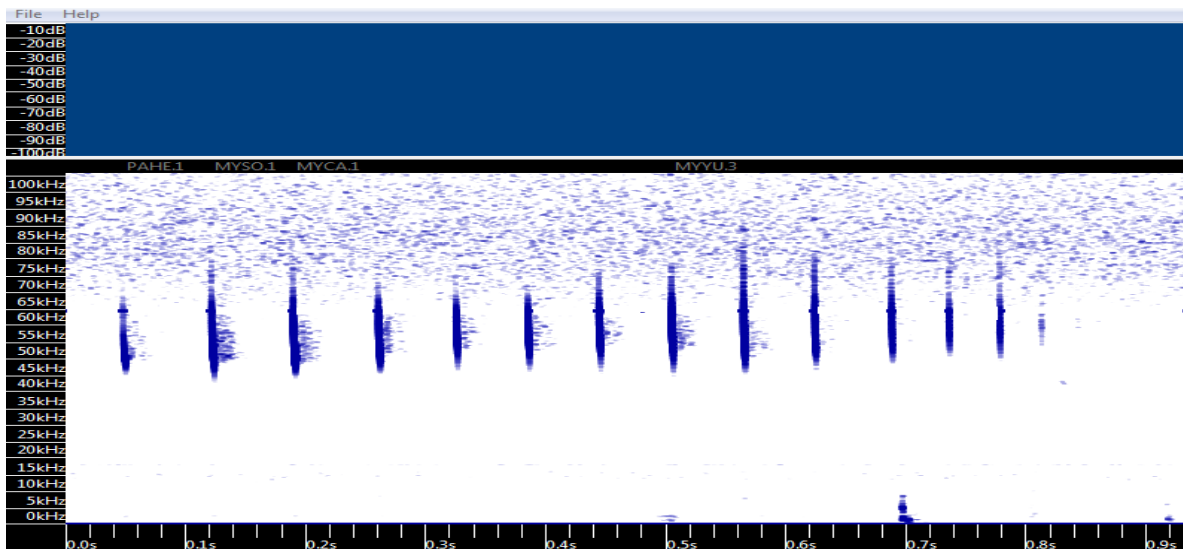
Espectrograma



➤ *Parastrellus hesperus*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 71.35 | 43.78 | 26.00 | 142.00 |

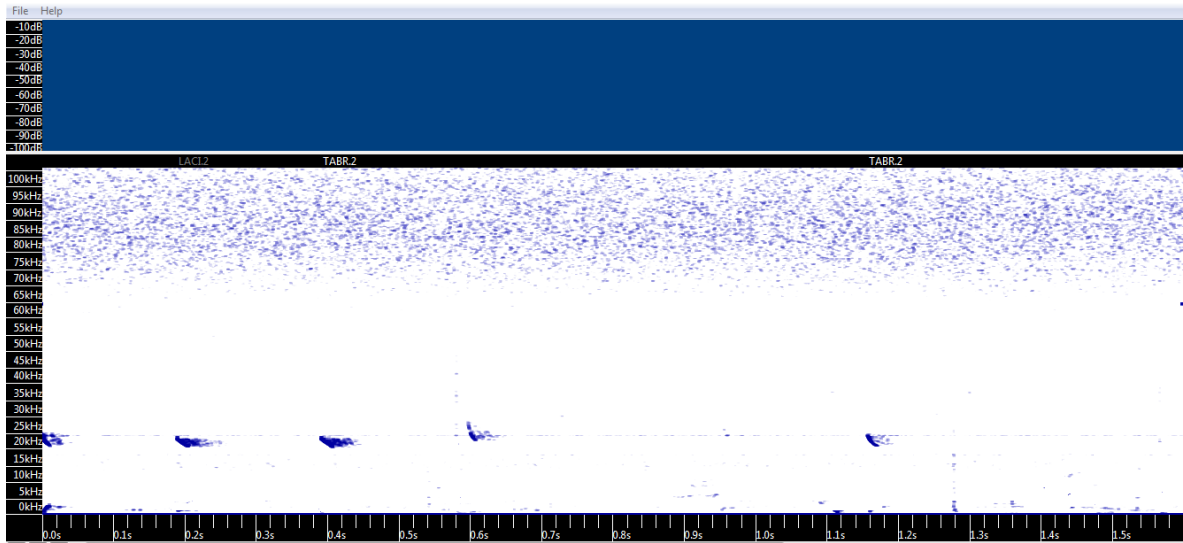
Espectrograma



➤ *Tadarida brasiliensis*

| Frecuencia máxima (kHz) | Frecuencia mínima (kHz) | Duración de pulso (ms) | Intervalo entre pulso (ms) |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 23.90 | 21.85 | 29.00 | 196.00 |

Espectrograma



9.2 Anexo cartográfico.

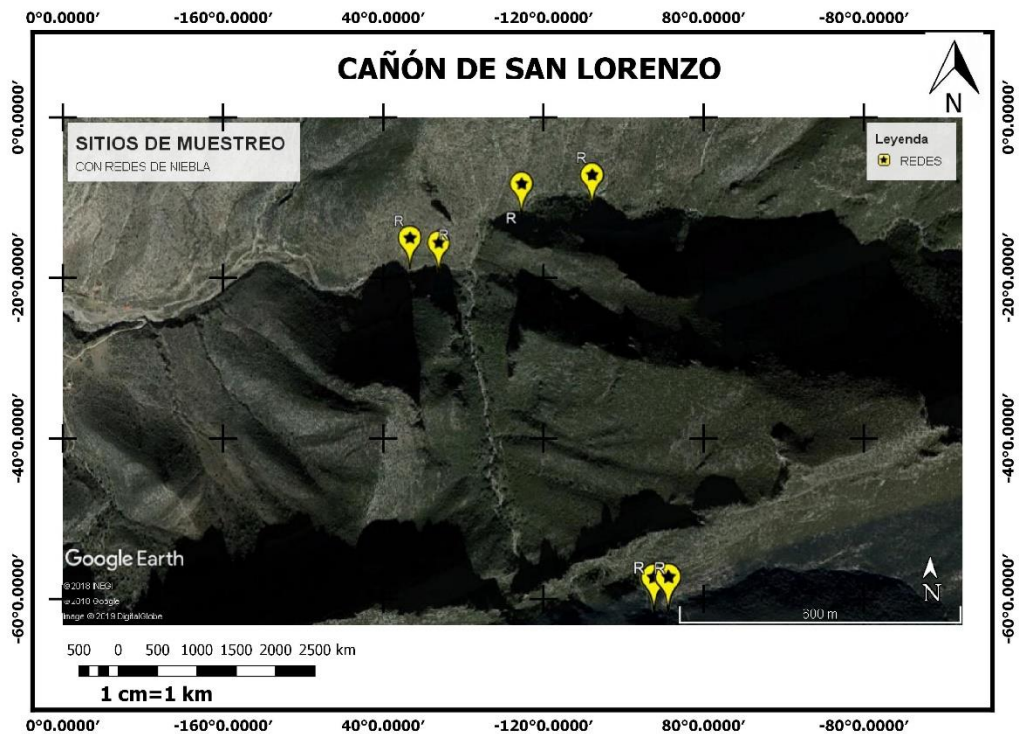
Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo para Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila.

| TRANSECTO | ESTACIÓN | COORDENADAS | |
|-----------|----------|-------------|---------|
| | | X | Y |
| 1 | 1 | 303312 | 2803843 |
| | 2 | 302872 | 2803608 |
| | 3 | 302422 | 2803831 |
| 2 | 4 | 314120 | 2803836 |
| | 5 | 300922 | 2803940 |
| | 6 | 300444 | 2803940 |
| 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 | 300530 | 2804346 |
| | 17 | 300153 | 2804346 |
| | 18 | 300150 | 2804346 |
| 7 | 19 | 299629 | 2802786 |
| | 20 | 299926 | 2803114 |
| | 21 | 299705 | 2803398 |
| 8 | 22 | 300987 | 2802457 |
| | 23 | 300518 | 2802269 |
| | 24 | 300117 | 2802512 |

CARTOGRAFÍA

Mapa de los sitios donde se colocaron las redes de niebla.



9.3 Anexo fotográfico



Monitoreo acústicos



Captura de murciélagos por medio de redes de niebla



Parastrellus hesperus



Lasiurus cinereus



Myotis thysanodes

Especies capturadas en las redes de niebla



Medición de parámetros para su identificación



Grabación de especie captura.

