
**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**TERMINO DE SERVICIO SOCIAL
POR INVESTIGACIÓN**

**“Llamados de ecolocalización y actividad de murciélagos
insectívoros en áreas verdes urbanas asociadas a
la ciudad de Xalapa, Veracruz”.**

QUE PRESENTA LA ALUMNA

Daniela Iraís Hernández Díaz

**Matrícula
2172030798**

ASESORES

Asesora Interna: Dra. Malinalli Cortés Marcial. 
Núm. Econ. 40409

Asesor externo: Dr. Pedro Adrián Aguilar Rodríguez.
Ced. Prof. 11220874 

México, D.F.

Fecha 22 de agosto de 2022.

Resumen

Las ciudades contienen áreas verdes urbanas (AVU), las cuales han demostrado ser un reservorio de biodiversidad y proporcionan diversos servicios ecosistémicos para los pobladores (Arias-Aguilar *et al.*, 2015; Villarroya-Villalba *et al.*, 2021). Es probable que los murciélagos formen el grupo más diverso de mamíferos que habitan en las zonas urbanas. La presencia de este grupo en AVU se puede deber a que se adaptan a un gran número de entornos y tienen una gran vagilidad (Zamora-Gutiérrez *et al.*, 2020). Para conocer la diversidad de las especies de murciélagos en un AVU, se han utilizado principalmente métodos de monitoreo indirecto (detectores acústicos) y métodos de monitoreo directo, mediante la captura de ejemplares (Rodríguez-Aguilar *et al.*, 2016; Ramírez-Silva y Lugo-Gil, 2020). El objetivo del estudio fue identificar y determinar patrones de actividad de murciélagos insectívoros en áreas verdes urbanas asociadas a la ciudad de Xalapa, Veracruz. En cada AVU se instalaron dos detectores ultrasónicos por dos noches consecutivas, durante la temporada lluviosa (junio, julio, octubre, 2021) y la temporada seca (mayo, noviembre, diciembre 2021, enero, febrero, marzo, abril, 2022). Se grabó desde el anochecer hasta el amanecer, se eligieron cinco minutos al azar por hora para su análisis. Se midieron las frecuencias máximas y mínimas, duración e intervalo de cuatro a 10 llamados por sonotipo. Se determinaron los pases totales por temporada y por AVU y se estimó la actividad de forrajeo. Se calculó el Índice de Actividad Acústica y se determinaron patrones de actividad por hora relacionando la temperatura ambiental con el número de pases (secuencias de llamados ultrasónicos). Adicionalmente, se colocaron cinco redes de niebla durante las mismas noches y se obtuvo el esfuerzo de muestreo por captura. Se obtuvieron 22 sonotipos con 910 pases y 48 trenes de alimentación. Se identificaron el 82% de los llamados. Las especies dominante en llamados y con mayor número de trenes de alimentación fueron *Pteronotus fulvus* y *Molossus nigricans*. La temporada de lluvia fue la que presentó mayor actividad. Se capturaron siete especies de murciélagos insectívoros, siendo las especies *Myotis pilosatibialis* y *Myotis velifer* las especies con más capturas (cinco individuos cada una). Se identificaron el 12% de las especies insectívoras reportadas para la región, demostrando la importancia de las AVU para la riqueza local de murciélagos.

Palabras clave: AVU, ecolocalización, murciélagos, Xalapa.

Índice

<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>4</u>
<u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	<u>5</u>
<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>16</u>
<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</u>	<u>16</u>
<u>METODOLOGÍA</u>	<u>16</u>
<u>RESULTADOS.....</u>	<u>20</u>
<u>DISCUSIÓN</u>	<u>27</u>
<u>CONCLUSIÓN.....</u>	<u>30</u>
<u>REFERENCIAS</u>	<u>31</u>
<u>ANEXO.....</u>	<u>40</u>

Introducción

La urbanización es un fenómeno que impone importantes desafíos a la conservación de la vida silvestre (Rojas *et al.*, 2017). Este es un proceso que incrementa la conversión de la tierra en entornos altamente modificados por el hombre (Arias-Aguilar *et al.*, 2015). La urbanización puede tener efectos perjudiciales para las comunidades de animales, entre ellos la pérdida o disminución de hábitats disponibles para las especies, o el creciente aislamiento de los fragmentos del paisaje (Rojas *et al.*, 2017). Sin embargo, la urbanización puede favorecer a algunas especies que tienen éxito en condiciones alteradas por el hombre porque se desenvuelven bien en paisajes heterogéneos, se benefician del aumento de las temperaturas típicas de las zonas urbanas o utilizan arquitecturas urbanas para refugiarse de los grandes depredadores (Russo y Ancillotto, 2015). Estas especies se denominan como “especies sinantrópicas”, las cuales tienen la habilidad de adaptarse, desarrollarse y reproducirse, tanto en un entorno silvestre (sin efecto antropogénico), como en un ambiente impactado por el ser humano (Torres-Castro, 2017).

A pesar de que la urbanización reduce la cantidad de hábitat disponible, las ciudades también contienen Áreas Verdes Urbanas (AVU), mismas que han demostrado ser un factor clave para mantener la biodiversidad local (Villarroya-Villalba *et al.*, 2021) y actúan como refugio para los animales que consiguen persistir en los entornos urbanos (Araújo y Bernard, 2016). Es probable que los murciélagos formen uno de los grupos más diversos de mamíferos en las zonas urbanas (Jung y Threlfall, 2015). La presencia de este grupo en AVU se puede deber a que se adaptan a un gran número de entornos, tienen una gran vagilidad, ocupan un gran número de nichos tróficos, y se les encuentra en amplias distribuciones geográficas (Zamora-Gutiérrez *et al.*, 2020). Su capacidad de vuelo les permite atravesar matrices de hábitat (Araújo y Bernard, 2016) y trasladarse a zonas más adecuadas o ventajosas para ellos (Russo y Ancillotto, 2015).

Algunas especies de murciélagos parecen prosperar en entornos urbanos y el éxito se ha relacionado con rasgos específicos de la especie (Duchamp y Swihart, 2008). Por ejemplo, especies de la familia Molossidae se han registrado en AVU, debido a la creación de dormideros artificiales, ya que los edificios y otras estructuras como puentes, ofrecen sitios de descanso que se asemejan a los dormideros naturales, además especies de esta familia pueden recorrer largas distancias para llegar a las zonas de forrajeo (Ávila-Flores y Fenton, 2005).

La actividad y las respuestas específicas de los murciélagos insectívoros a diferentes condiciones urbano-forestales proporcionan una perspectiva general sobre la adaptabilidad y la vulnerabilidad de las especies de murciélagos a la intensidad de la urbanización (Ramírez-Silva y Lugo-Gil, 2020; Rodríguez-Aguilar *et al.*, 2016). Además, los efectos de la urbanización sobre los murciélagos pueden ser específicos del contexto (Fenton, 1997); es decir, puede depender del estado del hábitat urbano y de la historia de vida de los murciélagos dentro de la urbe (Gehrt y Chelsvig, 2003).

La mayoría de los estudios sobre murciélagos en entornos urbanos provienen de las regiones templadas de Europa y América del Norte (Jung y Threlfall, 2015). En el Neotrópico la mayoría de los estudios sobre los murciélagos y las perturbaciones ambientales se han concentrado en los efectos de fragmentación debido a la tala o al uso de la tierra agrícola (Jung y Threlfall, 2015). De los pocos estudios centrados en las zonas urbanas, la mayoría menciona de una disminución general de la riqueza de especies y la abundancia relativa de murciélagos en las zonas urbanas (p. ej. Ávila-Flores y Fenton, 2005; Siles *et al.*, 2005; Pacheco *et al.*, 2010; Jung y Kalko, 2010) en comparación con las zonas boscosas (Jung y Threlfall, 2015).

En México se han documentado cerca de 140 especies de murciélagos (Simmons y Cirranello, 2022), en el estado de Veracruz se registran al menos 90 especies de murciélagos (Coates *et al.*, 2017). A pesar de que en los últimos años se ha incrementado la investigación sobre murciélagos en ambientes urbanos, hay pocos datos concernientes a los efectos de la urbanización y la capacidad de las AVU para mantener la estructura de la comunidad, así como su importancia en la conservación de la diversidad regional de murciélagos en México (Kurta y Teramino, 1992; Loeb *et al.*, 2009).

Para conocer la diversidad de las especies de murciélagos en un AVU, se han utilizado principalmente métodos de monitoreo indirecto (detectores acústicos) para medir la presencia y actividad de los murciélagos insectívoros en ciertas zonas, los cuales arrojan datos del periodo de tiempo de mayor actividad de éstos (Rodríguez-Aguilar *et al.*, 2016) y métodos de monitoreo directo, mediante la captura de ejemplares en distintos sitios de muestreo con el fin de comparar la abundancia entre los sitios estudiados y de identificar *in situ* las especies presentes (Ramírez-Silva y Lugo-Gil, 2020).

En los últimos años, ha habido un creciente interés en el estudio de la ecología y el forrajeo de los murciélagos insectívoros en las zonas urbanas (Jung y Kalko, 2010; Rodríguez-Aguilar *et al.*, 2016). Sin embargo, faltan estudios que evalúen los patrones de actividad de los murciélagos insectívoros en áreas verdes urbanas en México, específicamente en la ciudad de Xalapa. Es por esto que el objetivo de este trabajo es contribuir a llenar el vacío de conocimiento e identificar y determinar patrones de actividad de murciélagos insectívoros en áreas verdes urbanas asociadas a la ciudad de Xalapa, Veracruz.

Revisión de literatura

Ecolocalización: concepto.

La ecolocalización en murciélagos se define como el sentido de orientación que les permite caracterizar la estructura espacial y detectar, localizar y caracterizar sus objetivos a partir de señales sonoras autogeneradas (Schnitzler *et al.*, 2003). Implica la producción de sonido y la recepción de ecos que regresan de los objetos, al comparar el pulso saliente con los ecos que regresan, (que son versiones modificadas del pulso saliente), el cerebro del murciélago puede producir imágenes

del entorno. La ecolocalización puede determinar qué tan lejos están los objetivos, su rango y medir los tiempos de retardo entre la producción y la recepción de llamadas (Jones, 2005).

Las señales que se utilizan durante la ecolocalización son sonidos breves que van de 0.3 a 200 ms de duración y con frecuencia variable (medida en kHz) (Gómez, 2013). La mayoría de los murciélagos insectívoros tienen llamados con frecuencias dominantes entre 20 kHz y 60 kHz (Fenton *et al.*, 1998). Mientras más alta es esta frecuencia, más corta es la longitud de onda y viceversa (Gómez, 2013). A frecuencias altas, la longitud de onda disminuye, por lo cual el sonido más efectivo para localizar un objeto, es aquel que posee una longitud de onda similar a la longitud del objeto en cuestión (Holderied *et al.*, 2011). Por lo tanto, las altas frecuencias son usadas por las especies insectívoras según el tamaño de los insectos que conforman la dieta de los murciélagos (Gómez, 2013).

Los sonidos son producidos generalmente en la laringe y emitidos a través de la boca o nariz (Gessinger *et al.*, 2021), de acuerdo a la intensidad del sonido producido resulta el rango de ecolocalización, esto les ayudará a optimizar el tiempo que utilicen para buscar comida/cazar o para evitar obstáculos de una manera rápida (Denzinger y Ulrich, 2013). Los sonidos obtenidos de los llamados de ecolocalización, son captados en las pinnas y en otras estructuras como el trago, el antitrago y la hoja nasal del murciélago (Fenton *et al.*, 1998). Los llamados de ecolocalización no solo cumplen el papel de brindar a los murciélagos una perspectiva de su entorno, también comunican a sus semejantes sobre su identidad y actividad (Denzinger y Ulrich, 2013).

Características de la ecolocalización.

El sonido durante la ecolocalización es emitido en forma de pulsos, es decir, no se produce de manera continua, sino que existen periodos de pausa entre cada emisión de sonido. Los murciélagos ecolocalizadores utilizan dos tipos básicos de señales con diferentes propiedades funcionales: señales de frecuencia constante (FC) y señales de frecuencia modulada (FM) (Neuweiler, 1989). La FM, es aquella en la que la frecuencia cambia con respecto al tiempo y la FC, donde la frecuencia se mantiene invariable con respecto al tiempo.

Los sonidos de ecolocalización en murciélagos se pueden caracterizar por cinco variables: duración, intervalo, intensidad, frecuencia y armónicos del sonido (Jones y Holderied, 2007). La duración e intervalo de emisión del sonido por lo regular se mide en milisegundos (ms) y están relacionadas de manera muy estrecha con la eficiencia de captura en diferentes hábitats (Saldaña, 2014).

La frecuencia de los sonidos de ecolocalización es una de las características más variables entre especies de murciélagos (Jones y Holderied, 2007). La unidad de esta variable representa un ciclo por segundo, entendiendo un ciclo como el curso completo de una onda, desde la frecuencia que es emitida hasta que vuelve al estado inicial en la misma dirección (Jones y Holderied, 2007).

La modulación de frecuencia ocurre cuando la misma especie de murciélago es capaz de “cubrir” una amplia banda de frecuencias en un solo llamado. Los murciélagos que son más exitosos para detectar presas cerca de la vegetación son aquellos que modulan la frecuencia de ecolocalización a través del tiempo (Schnitzler *et al.* 2003; Jones y Holderied 2007). Otra estrategia para aumentar las frecuencias de detección en las señales de ecolocalización es el uso de armónicos de diferentes frecuencias. Un armónico, en acústica, es una onda que es el múltiplo de la frecuencia fundamental emitida (Saldaña, 2014). La evidencia disponible al momento sugiere que la emisión de armónicos da mayor resolución de presas y objetos sin tener que modular la frecuencia en el tiempo (Bates *et al.*, 2011).

Al realizar la actividad de forrajeo, los murciélagos insectívoros realizan cambios en la estructura de la señal debido a su ubicación espacial con respecto a la presa y a los objetos del ambiente. Se distinguen entonces tres fases (Fig. 1):

- Fase de búsqueda: Los pulsos son de estructura más o menos constante y una cadencia más o menos regular, normalmente coincidente con el ritmo de aleteo. Las señales de búsqueda que se emiten cuando los murciélagos buscan presas, difieren de las señales de aproximación que se emiten cuando se acercan a la presa (Gómez, 2013).
- Fase de aproximación: Cuando se acercan a un objetivo específico (por ejemplo, una presa detectada), los murciélagos cambian de señales de búsqueda a grupos de varias señales de aproximación más cortas, emitidos al ritmo del batir de las alas (Wong y Water, 2001; Hans-Ulrich y Kalko, 1998). Esta fase es caracterizada por distintos cambios en la estructura de la señal, que típicamente incluyen el incremento del ancho de banda y la disminución de la duración de la señal, al tiempo que aumenta la tasa de repetición de los llamados (Gómez, 2013).
- Fase de captura: Esta fase consiste en una serie de señales de FM muy cortas separadas por intervalos muy cortos, conocidos como “tren de alimentación” o “buzz de captura”, que corresponden al momento en que la presa es capturada (Simmons *et al.*, 1979; Kalko 1995).

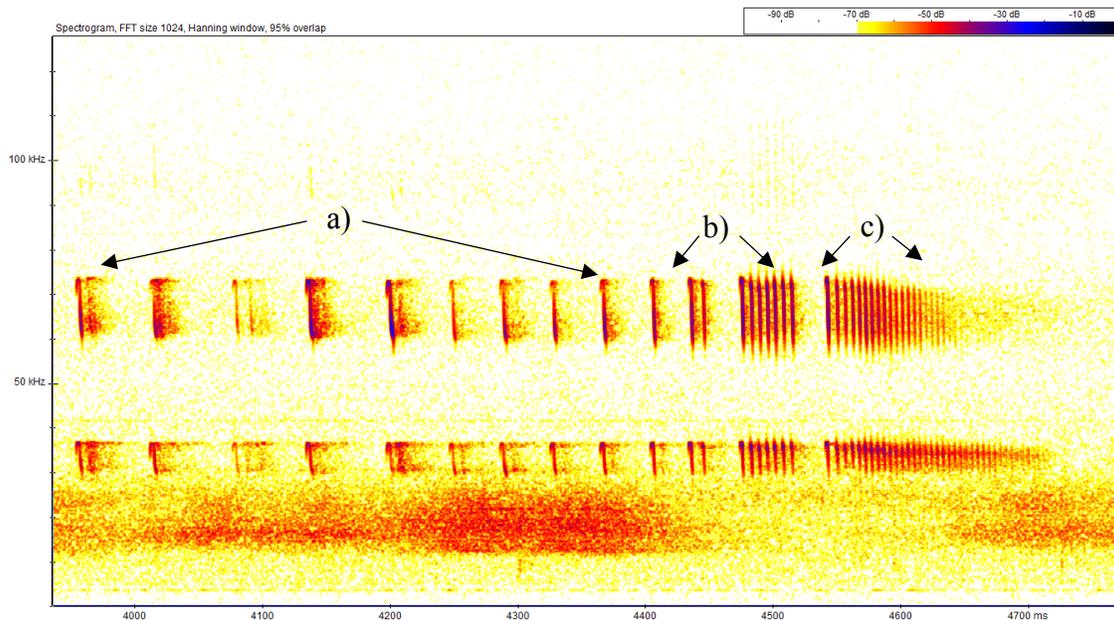


Fig. 1. Sonograma de *Pteronotus fulvus* en donde se presentan las tres fases de forrajeo: a) fase de búsqueda; b) fase de aproximación; c) fase de captura. (Imagen propia).

Aunado a los llamados de ecolocalización, también utilizan un repertorio de llamadas o sonidos sociales en los vuelos de exhibición o cuando llaman desde los dormideros. Los rangos de frecuencia más bajos de estos sonidos son fácilmente audibles para los humanos. Estos sonidos de comunicación pueden ser específicos de cada especie. Las llamadas sociales son irregulares y se producen en circunstancias específicas, como durante las interacciones sociales, los vuelos de exhibición en un territorio de apareamiento, antes de emerger o después de entrar en un refugio (Neuweiler, 1989).

Percepción del ultrasonido.

Las señales de ecolocalización y los sistemas auditivos de los murciélagos están bien adaptados para recopilar información conductualmente relevante (Hans-Ulrich y Kalko, 2001). Todos los murciélagos deben realizar las siguientes tareas básicas de percepción (Hans-Ulrich y Kalko, 2001):

- **Detección:** Un murciélago debe decidir si ha recibido o no un eco de su propia señal de ecolocalización o si ha oído, visto, olido o sentido algo que indica la presencia de una presa u otros objetivos de interés.
- **Clasificación:** Los murciélagos clasifican los objetivos por medio de información del eco específico u otras características que revelan su naturaleza. Las propiedades del objetivo, como el tamaño, la forma, el material y la textura, están codificadas en los parámetros temporales y espectrales de un eco (Hans-Ulrich y Kalko, 2001). Las modulaciones

rítmicas de amplitud y frecuencia en el eco revelan movimientos de presa como el batir de alas característico de un insecto que revolotea (Moss y Hans-Ulrich, 1995).

- Localización: La ecolocalización revela la posición de un objetivo por su alcance y por sus ángulos espaciales horizontales y verticales. El tiempo de retardo entre la señal emitida y el eco de retorno codifica el rango. Las señales de eco binaural describen el ángulo horizontal y las señales espectrales monoaurales el ángulo vertical (Hans-Ulrich y Kalko, 2001). Para murciélagos en movimiento, el campo de flujo del sonido reflejado brinda información adicional que puede usarse para la localización del objetivo. Los murciélagos que usan otras señales sensoriales deben localizar la posición real de la fuente de una señal sensorial generada por la presa (Hans-Ulrich y Kalko, 2001).

Funcionalidad: Orientación, Reconocimiento del biotopo y Alimentación.

La ecolocalización ayuda a los murciélagos a conocer su propia posición en relación con el mundo que los rodea, cumpliendo así las funciones de orientación espacial, reconocimiento del biotopo y búsqueda de alimento (Denzinger y Ulrich, 2013). Este autoposicionamiento tiene dos aspectos: el desplazamiento y la evitación de obstáculos (Trullier, 1997; Schnitzler *et al.*, 2003).

Los murciélagos vuelan desde sus dormitorios hasta sus terrenos de caza y de regreso, y, por lo tanto, tienen la capacidad de encontrar, aprender y regresar a lugares específicos (Trullier, 1997; Schnitzler *et al.*, 2003; Thiele y Winter, 2005). Cada objetivo identificado puede servir como un punto de referencia potencial para la orientación en el espacio los cuales se utilizan para la planificación y seguimiento de rutas (Denzinger y Ulrich, 2013).

Las propiedades y la composición del medio ambiente son información importante para los murciélagos, las zonas de alimentación típicas son indicadores de presas específicas. Por lo tanto, el reconocimiento de biotopos es fundamental. Los murciélagos pueden utilizar las propiedades de los ecos de la vegetación para la clasificación de elementos típicos del biotopo, como árboles y arbustos (Yovel *et al.*, 2009, 2011).

Para muchas especies de murciélagos, la ecolocalización brinda toda la información necesaria para encontrar alimento. Si ésta no es suficiente, se utilizan señales sensoriales como el olor o los sonidos generados por la presa para encontrar comida (Denzinger y Ulrich, 2013).

Grupos funcionales o gremios.

El patrón sonoro y la gama de frecuencias emitidas son específicos de cada especie, pero también depende del hábitat en el que se alimentan, el cual impone restricciones acústicas muy diferentes a la detección auditiva de las presas. El tipo

de señales de ecolocalización que emite cada especie está vinculado a su forma de alimentación (Neuweiler, 1989).

Los murciélagos que buscan alimento en un hábitat similar y con un modo de búsqueda parecido, deben resolver tareas similares, lo que se traduce en muchas similitudes en sus sistemas motor y sensorial (p.e., en el diseño de sus alas y de las señales de ecolocalización). Por ello, los murciélagos que buscan alimento en condiciones similares han sido asignados a grupos funcionales o gremios (Hans-Ulrich y Kalko, 2001).

Los autores Hans-Ulrich y Kalko, (2001), proponen cuatro grupos principales de forrajadores;

1. Forrajadores aéreos de espacio abierto, los cuales capturan insectos en modo aéreo distante de los objetivos de fondo; emiten señales FM de banda estrecha y poca profundidad, con una duración bastante larga (8-25 ms), y a menudo realizan dos, tres o incluso más batidos de alas sin emisión de señal, lo que da lugar a intervalos de pulso muy largos (Hans-Ulrich y Kalko, 2001). En las especies que se alimentan predominantemente en espacios abiertos, la frecuencia terminal del armónico dominante suele ser de 30 kHz. La secuencia de aproximación termina con un claro zumbido (Aldridge y Rautenbach, 1987; Hans-Ulrich *et al.*, 2003).
2. Forrajadores aéreos de arrastre de espacio de borde, los cuales capturan insectos en el modo aéreo en los bordes, en los huecos o en el modo de arrastre de las superficies de agua lisas; tienen que encontrar sus presas cerca de objetivos de fondo (Hans-Ulrich y Kalko, 2001). Los forrajadores del espacio del borde a menudo emiten señales de búsqueda mixtas de duración intermedia (3-10 ms). Un componente de banda estrecha de frecuencia media (30-60 kHz) es adecuado para la detección de insectos. Un barrido de FM pronunciado que precede o sigue al componente de banda estrecha es más adecuado para localizar y caracterizar los objetos de fondo. En el vuelo de búsqueda, suelen emitir una sola señal por batido de alas. La secuencia de aproximación termina con un zumbido distinto que comprende muchas señales emitidas a una alta tasa de repetición (Hans-Ulrich y Kalko, 2001).
3. Los recolectores de espacio estrecho, que toman su alimento de las superficies; Los buscadores de espacios estrechos recogen su alimento del sustrato o capturan presas cerca de él. Sin embargo, los ecos del desorden pueden enmascarar el eco de la presa (Hans-Ulrich *et al.*, 2003). Para superar esto, utilizan señales generadas por las presas para detectarlas, clasificarlas y localizar su posición. Mientras vuelan emiten sonidos al ritmo de su batido de alas, ya sean en solitario o en grupos con dos o tres señales de FM de banda ancha uni o multiarmónica de corta duración y bajo nivel de presión sonora. Cuando se acercan a un objetivo, los espigadores aumentan la tasa de repetición, pero no emiten un grupo o zumbido terminal distinto (Neuweiler, 1990).

Murciélagos en Áreas Verdes Urbanas y Periurbanas.

Las áreas verdes urbanas son espacios públicos o privados que presentan un porcentaje mayor de cobertura de algún tipo de vegetación (nativa o introducida) y una baja cobertura de estructuras urbanas (edificios, casas, comercios, plazas). Entre la gran variedad de AVU existentes, se encuentran los parques urbanos. Los cuales pueden ser reservorios de la riqueza de especies de flora y fauna, al fungir como corredores biológicos naturales y ser usados como vías de desplazamiento por la fauna (García-Méndez *et al.*, 2014).

Muchas especies de murciélagos insectívoros pueden coexistir en los ecosistemas urbanos, adaptándose a estos espacios y potencialmente brindando servicios ecosistémicos (Kunz *et al.*, 2011). Sin embargo, las respuestas a la urbanización pueden diferir entre especies (Furlonger *et al.*, 1987), siendo la relación urbanización–diversidad en los quirópteros muy compleja (Fenton, 1997).

Existen diversos factores que pueden influir en la presencia de comunidades de murciélagos insectívoros en AVU, de manera general, estos factores son los siguientes (Moretto y Francis, 2017; Ávila-Flores y Fenton, 2005):

- *Ruido antropogénico.*

La afectación depende del tipo de ruido que se produce en los entornos urbanos y de las respuestas conductuales de las especies a este factor (Moretto y Francis, 2017). Se han encontrado pruebas de que los murciélagos pueden evitar los entornos ruidosos, debido a que éste afecta su capacidad para buscar comida, comunicarse y orientarse espacialmente de forma eficaz (Moretto y Francis, 2017). En entornos naturales, los ruidos que pueden influir en los murciélagos incluyen la corriente de agua o la vegetación en movimiento. Schaub *et al.*, (2008) descubrieron que los sonidos grabados de la vegetación de juncos en movimiento reducían la actividad de búsqueda de alimento de *Myotis myotis*.

La mayoría de los murciélagos son especialmente sensibles a las frecuencias superiores a 10 kHz, ya que son las que se utilizan en la ecolocalización, aunque es posible que haya fuentes locales de sonidos de alta frecuencia en entornos urbanos, por lo tanto, es poco probable que el ruido antropogénico de baja frecuencia de los entornos urbanos interfiera con la actividad de la mayoría de los murciélagos ecolocalizadores (Moretto y Francis, 2017).

- *Infraestructura o paisaje.*

La división de los paisajes naturales por la infraestructura puede contribuir a reducir la abundancia y diversidad de murciélagos urbanos. Las grandes divisiones infraestructurales pueden dividir el hábitat y restringir la búsqueda de alimento. Cuando las principales vías de comunicación tienen poca cantidad de dosel circundante, estos efectos se acentúan (Moretto y Francis, 2017).

Gehrt y Chelsvig (2003), informaron de una mayor diversidad de especies de murciélagos en parches dentro de la matriz urbana que en parches fuera de la ciudad. En las ciudades tropicales, la diversidad y la actividad de los murciélagos se ha registrado como significativamente mayor en las zonas de baja construcción urbana, en los sitios de bosque natural y en la interfaz bosque-ciudad (Rodríguez-Aguilar *et al.*, 2016).

- *Contaminación lumínica y alimento.*

La contaminación lumínica puede crear condiciones desfavorables para los murciélagos, como lo son; reducir el éxito de búsqueda de alimento y fragmentar sus rutas de desplazamiento (Stone *et al.*, 2012). Las especies tienden a evitar volar por zonas iluminadas, y más aún cuando la intensidad de la luz es mayor, esto podría restringir los hábitos de forrajeo, especialmente si una ruta alternativa más oscura presenta mayores costes energéticos (Moretto y Francis, 2017). La contaminación lumínica puede disuadir a las especies, por ejemplo, el murciélago de herradura menor (*Rhinolophus hipposideros*) y el murciélago de orejas de ratón (*Myotis sp.*) prefieren volar cuando la intensidad de la luz es inferior a 3,6 lux (Stone *et al.*, 2012).

En la región Neotropical, las zonas urbanas o residenciales suelen presentar una menor riqueza de especies y actividad relativa en comparación con las zonas forestales; sin embargo, algunas especies de murciélagos se ven afectadas positivamente por la presencia de alumbrado público y aumentan su actividad relativa en las zonas urbanas, por ejemplo especies de la familia Molossidae y Vespertilionidae (Ávila-Flores y Fenton 2005; Jung y Kalko 2010).

Otros estudios realizados en ecosistemas urbanos han encontrado que las actividades de los murciélagos disminuyen a medida que aumentan los componentes urbanos, y aunque algunas especies podrían aprovechar las luces de las calles, éste no es el caso para la mayoría de las especies y son los ecosistemas urbanos que contienen áreas naturales y seminaturales aquellos que podrían soportar una mayor actividad de murciélagos (Rodríguez-Aguilar *et al.*, 2016).

Sin embargo, la contaminación lumínica también podría tener efectos positivos en algunas especies de murciélagos insectívoros. Debido a que los insectos son atraídos por la luz emitida por las farolas, creando una fuente de alimento disponible para especies insectívoras que utilizan ampliamente los hábitats urbanos (Ávila-Flores y Fenton, 2005), por lo que la actividad, densidad y distribución de los murciélagos está relacionada con la disponibilidad de recursos en estos hábitats (Seidman y Zabel, 2001).

- *Características estructurales de vegetación*

La vegetación juega un papel muy importante en la presencia de murciélagos insectívoros debido a que funge como sitio de descanso, protección de

depredadores, lugar de socialización y fuente de alimento para las especies (Moretto y Francis, 2017). La disponibilidad y diversidad de vegetación funge como dormitorios para los murciélagos e influye en gran medida en la abundancia y diversidad de éstos. La menor disponibilidad de vegetación en entornos urbanos podría afectar negativamente la diversidad de murciélagos (Moretto y Francis, 2017).

Diversos autores han evaluado características de manera aislada o simultáneamente con la disponibilidad de alimento, abordando principalmente cómo la heterogeneidad y la abundancia de distintos tipos de vegetación influyen en la riqueza y actividad de estos mamíferos (Estrada *et al.*, 2003; Patriquin y Barclay, 2003, Ellison *et al.*, 2005). Estrada *et al.*, (2003) evaluaron la actividad general de los murciélagos insectívoros en una zona con distintos tipos de vegetación natural y degradada en la región de Los Tuxtlas, Veracruz y sugieren que las zonas con vegetación arbórea pueden constituir un factor importante para la actividad de los murciélagos insectívoros, ya que funcionan como sitios de alimentación o de descanso para las especies.

Estudios de murciélagos en AVU

Estudios realizados en diferentes partes del mundo coinciden en que la abundancia y diversidad de murciélagos son menores dentro de los entornos urbanos, en comparación con el entorno circundante agrícola (una excepción de esto, es el artículo de Gehrt y Chelsvig, 2003), lo cual parece depender de las respuestas específicas de cada especie (Moretto y Francis, 2017).

Furlonger y colaboradores, (1987), monitorearon los llamados de ecolocalización para medir la actividad de murciélagos insectívoros basándose en los trenes de alimentación para identificar la actividad de forrajeo en entornos rurales en el suroeste de Ontario, Canadá, en donde obtuvieron que todas las especies forrajearon en distintos hábitats, sin una preferencia a algún sitio, además de que explotaron los insectos de alrededor de las luces. Lo que indica que la mayoría de los murciélagos insectívoros estudiados hasta la fecha no muestran especificidad de hábitat en su comportamiento de búsqueda de alimento y las especies que utilizan diferentes estrategias de búsqueda de alimento explotan las concentraciones locales de insectos.

Por otro lado, Gehrt y Chelsvig (2003) monitorizaron la actividad de los murciélagos durante 1997-1999 en 15-20 áreas de la zona metropolitana de Chicago mediante estudios acústicos, encontraron que la urbanización y los murciélagos pueden estar relacionados positivamente con el contexto de la ciudad. Documentaron una relación positiva de ciertos tipos de uso del suelo urbano (industrial/comercial) con la actividad de los murciélagos en los fragmentos de hábitat. Los paisajes heterogéneos pueden representar islas de hábitat para algunos murciélagos dentro de paisajes más amplios dominados por la agricultura intensiva.

Loeb y colaboradores (2009), evaluaron la relación entre la urbanización y la

estructura de la comunidad de murciélagos en parques del sureste de EEUU, y concluyeron que las AVU (parques) pueden ser importantes para conservar la biodiversidad regional de murciélagos, sin embargo, la baja uniformidad de las especies en estos parques sugiere que algunas especies pueden ser susceptibles a los efectos de la urbanización.

Coleman y Barclay (2011) evaluaron la diversidad alfa de Fisher en distintos sitios rurales y urbanos de Calgary, Canadá, mediante el uso de detectores acústicos y por captura con redes de niebla. Encontraron que la diversidad alfa era menor en sitios urbanos que en entornos rurales al igual que la riqueza de especies. Por lo tanto, la urbanización en ambientes rurales puede crear un hábitat atractivo para ciertos murciélagos sinantrópicos, pero puede ser perjudicial para otros.

Estudios de murciélagos en AVU en México

Las ciudades ofrecen grandes oportunidades para el estudio de los quirópteros, los estudios realizados en áreas urbanas de México han registrado al menos 88 especies de murciélagos, lo que representa un 62.85% de las especies de quirópteros en México (Bowles *et al.*, 1990; Rydell *et al.*, 2001; Ávila-Flores y Fenton, 2005; García-Méndez *et al.*, 2014; Jara-Servín *et al.*, 2017). Algunos trabajos realizados en México sobre murciélagos son los siguientes:

Bowles *et al.*, (1990), estudiaron la abundancia relativa de seis especies de murciélagos de cola libre que han sido registradas en la península de Yucatán, durante 11 temporadas de campo capturaron murciélagos con redes de niebla y usaron detectores ultrasónicos para conocer la actividad general. Sus resultados arrojaron que los molósidos están asociados a las áreas abiertas (especialmente áreas urbanas) debido a que fueron las especies de esta familia las más abundantes en las capturas. Por otra parte, concluyeron que los cuerpos de agua (naturales o artificiales) funcionan como sitios de bebida y alimentación para muchas especies de murciélagos.

Ávila-Flores y Fenton (2005) analizaron los patrones de uso del hábitat por parte de los murciélagos insectívoros en la Ciudad de México, utilizaron detectores acústicos en distintas zonas de la ciudad. Los autores registraron mayor actividad de los murciélagos en parques grandes y zonas abiertas e iluminadas que en los parques pequeños, zonas residenciales y bosques naturales. Así mismo, la abundancia de insectos, fue mayor en los parques grandes y bosques. Concluyeron que los patrones observados de uso del hábitat y búsqueda de alimento pueden explicarse con el rendimiento del vuelo y la ecolocalización de las especies.

García-Méndez y colaboradores (2014) estimaron la riqueza y abundancia de roedores y murciélagos en espacios verdes urbanos y no urbanos de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. Los murciélagos fueron capturados mensualmente con redes de niebla, de marzo a agosto de 2013 y se comparó la riqueza de especies, la abundancia relativa y el índice de diversidad entre los espacios verdes urbanos y no urbanos. Los resultados para el caso de los

murciélagos no presentaron diferencias significativas en su diversidad entre los espacios verdes urbanos y no urbanos. Concluyeron que, la conservación de estos dos espacios en el interior y la periferia de la ciudad, son importantes para la fauna nativa, ya que estos pueden fungir como reservorios de la diversidad.

Existen algunos trabajos de tesis que aportan información adicional para conocer la biodiversidad de murciélagos de México. García (2013) realizó un análisis de la diversidad de murciélagos en Guerrero, reportó tres gremios tróficos; insectívoro (33.6%), frugívoro (61%) y nectarívoro (5%), al igual que mayor riqueza en hábitats no perturbados (selva baja y manglar) con la presencia de especies pertenecientes a la familia Phyllostomidae, en comparación con sitios muy perturbados, en donde la familia Emballonuridae fue la más representativa.

Ferreyra (2020) evaluó la actividad y forrajeo de murciélagos insectívoros en áreas verdes urbanas y avenidas de la ciudad de Morelia, Michoacán mediante grabaciones acústicas, señaló que la presencia de vegetación en los márgenes de los ríos en AVU sirven como sitios de forrajeo y desplazamiento para las comunidades de murciélagos insectívoros urbanos.

Zaldaña (2020), estudió el uso de hábitat por murciélagos insectívoros aéreos en ambientes antropizados del estado de Querétaro, y concluyó que el uso de hábitat más utilizado por los murciélagos insectívoros son los cuerpos de agua en comparación con los parques urbanos, sin embargo, los forrajeadores tuvieron mayor presencia en los parques urbanos que en zonas residenciales, haciendo denotar que dentro de un paisaje urbano existen hábitats de mayor importancia para los murciélagos.

Para el caso de Xalapa, a pesar de ser una de las ciudades con gran bagaje de información sobre la fauna en ambientes antropizados (MacGregor-Fors, 2019), se conoce poco sobre el estado actual de la diversidad de murciélagos insectívoros en AVU, esta problemática se ve reflejada en los vacíos de información y escasez de inventarios actualizados.

Uno de los trabajos más actualizados en la ciudad de Xalapa, es el de los autores MacGregor-Fors y colaboradores, (2016), en donde evaluaron la riqueza de especies multitaxonómicas y los cambios en la composición, así como la contribución general de las especies de seis espacios verdes urbanos con diferentes tamaños, gestión y actividades humanas en una ciudad neotropical (Xalapa, Veracruz, México). El estudio se llevó a cabo de junio a noviembre de 2014, en donde se muestrearon plantas vasculares, hongos, hormigas, saltamontes, escarabajos, copronecrófagos, mariposas, anfibios, aves y murciélagos (los murciélagos se muestrearon mediante grabaciones acústicas). Los resultados mostraron que las áreas más grandes que están conectadas con la matriz no urbana pueden ofrecer un importante conjunto de recursos, por lo que, al proporcionar recursos suplementarios o complementarios que puedan compensar la limitada disponibilidad de recursos en los espacios verdes, podrían permitir el flujo de individuos desde la matriz no urbana, y permitir el establecimiento temporal de

poblaciones de especies de sensibilidad moderada a la urbanización.

Objetivo general

Identificar y determinar patrones de actividad de murciélagos insectívoros en áreas verdes urbanas asociadas a la ciudad de Xalapa, Veracruz.

Objetivos específicos

- Determinar qué especies de murciélagos insectívoros habitan en las áreas verdes urbanas de Xalapa, Veracruz.
- Evaluar la actividad relativa de forrajeo de los murciélagos insectívoros en áreas verdes urbanas de Xalapa, Veracruz.
- Evaluar la influencia de la temperatura sobre el número de pases de murciélagos insectívoros en las áreas verdes urbanas de Xalapa, Veracruz.

Metodología

Área de estudio

El área de estudio se ubica al extremo oriente del Eje Neovolcánico Transmexicano, en Xalapa, Veracruz, entre los 1300 y 1580 msnm. Se establecieron cuatro sitios de muestreo (Fig. 2); Francisco Javier Clavijero/El Haya (Complejo FJC/Haya) (19°29'0" N, 97°9'0" W, en el municipio de Xalapa, con una extensión de 38 ha), Parque Natura (19°30'52"N, 96°53'21" W, en el municipio de Xalapa, con una extensión de 89 ha), Campus para la Cultura, las Artes y el Deporte (CAMPUS CAD, 19° 30' 37.25"N, 96°54'57.96 " O, en el municipio de Xalapa, con una extensión de 33 ha) y la Martinica (19°35'23.35"N, 96°57'10.14" O ubicada en el municipio de Banderilla, con una extensión de 50 ha).

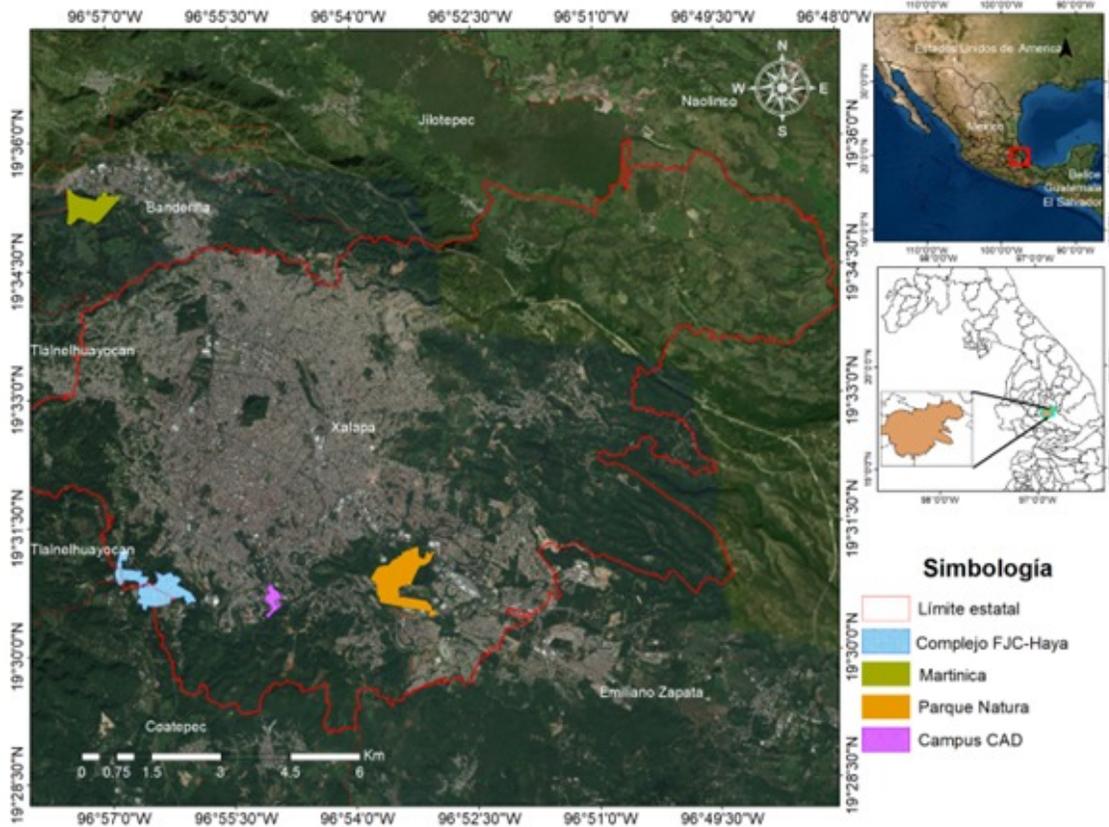


Fig. 2. Área de Estudio. Complejo FJC-Haya (Francisco Javier Clavijero/El Haya); Martinica; Parque Natura; Campus CAD (Campus para la Cultura, las Artes y el Deporte).

El tipo de clima de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificado por García (2004), es de tipo Aw2 (i'), esto es un clima cálido subhúmedo, con temperatura media anual mayor de 22°C, la temperatura del mes más cálido por arriba de 32°C, la temperatura del mes más frío por arriba de 18°C. La precipitación anual varía entre 1500 y 2000 mm y se concentra en los meses de verano (la época de lluvia va de junio a octubre). La época climática de secas va de noviembre a mayo (Ruíz *et al.*, 2010; Inegi, 2017).

La vegetación dominante o más representativa es el bosque mesófilo de montaña (Rzedowski, 1978), se presentan varios estratos arbóreos, uno o dos arbustivos y casi nulo el estrato herbáceo; las epífitas están muy bien representadas por líquenes, musgos, helechos, orquídeas y bromelias. Sin embargo, esta vegetación ha sufrido cambios en el tiempo debido a la urbanización. El liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) es un árbol característico de este tipo de vegetación, aunque los bosques puros de esta especie son poco comunes (Ellis y Martínez-Bello, 2010).

Monitoreo directo (captura con redes de niebla)

Para la captura de murciélagos insectívoros se utilizaron cinco redes de niebla (tres de 12x2.6m, 4x2.6 m, 6x2.6m), durante dos noches consecutivas en cada parque durante la temporada lluviosa (junio, julio, octubre, 2021) y la temporada seca (noviembre, diciembre, mayo, 2021 y enero, febrero, marzo, abril, 2022). En algunos sitios no se completaron los dos días de muestreo consecutivo debido a la presencia de condiciones de lluvia.

Las redes se colocaron a partir del atardecer (ca. 18:00 h) y permanecieron abiertas 3 h en corredores de movimiento y en lugares de alimentación (Kunz y Parsons, 2009). Las redes se revisaron cada 20 minutos y se liberaron a los murciélagos capturados, colocándolos en bolsas de manta para la toma de datos. La información registrada incluyó la especie, hora de captura, género, condición reproductiva (hembras: inactiva, preñada, lactante, postlactante, y para machos, inactivo, testículos escrotados o testículos inguinales), categoría de edad (juvenil o adulto), al igual que la masa corporal (en g) y la longitud del antebrazo y del cuerpo (mm) (Kunz y Parsons, 2009). Los especímenes fueron identificados utilizando claves de campo (Medellín *et al.*, 2008; Reid, 2009) y liberados posteriormente en el sitio de captura. Se utilizó la nomenclatura de Wilson y Mittermeier (2019) para la identificación de murciélagos.

El análisis de datos consistió en determinar el esfuerzo de muestreo por captura a través de redes de niebla mediante la siguiente fórmula propuesta por Straube y Bianconi, 2002:

$$E = m^2 \times \text{red} \times h$$

Donde:

m^2 : área de la red

Red: número de redes utilizadas en el muestreo

h: tiempo de exposición multiplicado por el número de repeticiones

Monitoreo indirecto (acústico)

En cada AVU se instalaron dos detectores ultrasónicos (Mod. Song Meter Mini Bat, Wildlife Acoustics) de manera simultánea al redeo. El detector se configuró para activarse automáticamente y grabar 5 min antes de cada hora (desde el anochecer hasta el amanecer). El detector funcionó aproximadamente 12 h al día, a partir del crepúsculo (18:00 h) hasta las 06:00 h del día siguiente, comenzando la grabación de nuevo a las 18:00 h.

Los archivos obtenidos fueron analizados con el programa BatSound 4.04

(Pettersson Electronik) con una ventana FFT Hanning de 1024, y con una superposición de ventana del 95%. El análisis consistió en la elección al azar de cinco minutos por hora para la toma de datos. Para la determinación taxonómica de los sonotipos, se midieron seis parámetros de cuatro a 10 llamados por sonotipo (frecuencia máxima de energía, frecuencia máxima, mínima, frecuencia inicial/final, intervalo, duración) (siguiendo a Kunz y Parsons, 2009). Posteriormente, se promediaron los parámetros medidos.

La identificación de sonotipos se efectuó con apoyo de publicaciones especializadas (MacSwiney *et al.*, 2008; Espinal y Mora, 2012; Orozco-Lugo *et al.*, 2013; Jung *et al.*, 2014; León-Tapia y Hortelano-Moncada, 2016; Varela-Boydo *et al.*, 2019; Ortega *et al.*, 2022). Las secuencias de las llamadas que no pudieron asignarse a una especie, se asociaron a una familia o género y se tomó en cuenta la forma del pulso, la frecuencia máxima y mínima. Si las secuencias de las llamadas no se pudieron asignar a algún grupo de especies, se registraron como morfotipos y solamente se incluyeron en las estimaciones de la actividad de los murciélagos.

Se determinaron las especies presentes en temporada de secas y lluvias, así como su presencia en cada AVU. Para conocer la actividad de forrajeo, se realizó la contabilidad del número de veces que se presentó el tren de alimentación en los sonogramas, el cual es independiente y significa la captura de una presa, este sirve para obtener una aproximación de las tasas de captura en cada sitio y temporada (MacSwiney *et al.*, 2009). La identificación de las especies que emitieron los trenes de alimentación fue posible debido a que los individuos presentaron las tres fases de forrajeo y la fase de búsqueda permitió saber de qué especie se trataba.

Se utilizó el índice de actividad acústica (IA) propuesto por Miller (2001) para conocer la actividad acústica de los murciélagos en el muestreo indirecto, el cual utiliza la presencia o ausencia de una especie en específico durante un periodo de tiempo determinado durante un muestreo, contando el número de bloques de tiempo de un minuto u hora durante los cuales se registró dicha especie.

Para obtener el IA los minutos totales de grabación se agruparon en bloques de tiempo estandarizados (1 minuto), en cada uno de ellos se registraron las especies presentes, sin importar el número de veces que éstas aparecieran. Posteriormente se realizó el conteo de bloques en que se presentaron dichas especies (P) y el resultado se dividió entre los minutos u horas muestreados (U).

$$IA = \sum_{1}^{n} P/U$$

Por último, se determinaron los patrones de actividad por hora y AVU, se relacionó la temperatura promedio con el número de pases promedio y se hicieron gráficas en Excel, un pase se definió como una secuencia continua de mínimo dos llamadas de ecolocalización (Fenton, 1997). Se obtuvo el coeficiente de correlación lineal de Pearson para los pases promedio y la temperatura promedio de las AVU y

las dos temporadas estudiadas, mediante el uso del programa Past 4.03 (PAleontological Statistics), este coeficiente señala la dirección de la asociación lineal entre dos variables e indica la fuerza con que estas se vinculan, teniendo rangos entre -1 y 1, mientras más se acerque a 1 la correlación es fuerte (Hernández *et al.*, 2018).

Resultados

Monitoreo directo

Se capturaron 545 individuos de 21 especies de murciélagos, pertenecientes a cuatro familias (Molossidae, Mormoopidae, Phyllostomidae y Vespertilionidae) y cuatro gremios (frugívoro, hematófago, insectívoro y nectarívoro). Los géneros más abundantes fueron *Artibeus* con 150 individuos y cuatro especies, *Carollia* con 37 individuos y dos especies y *Sturnira* con 308 individuos y dos especies. Del total de especies, siete fueron insectívoras, pertenecientes a tres familias (Tabla 1).

La familia dominante fue Vespertilionidae, con 13 individuos, siendo las especies *Myotis pilosatibialis* y *Myotis velifer* con más capturas (cinco individuos cada una). De la familia Mormoopidae se capturaron dos individuos de la especie *Mormoops megalophylla*. Solamente dos AVU tuvieron actividad, CLA-HAY y Martinica con 4 especies cada una. La temporada en la que se capturaron más murciélagos insectívoros fue la temporada de lluvia con 10 individuos.

Se muestrearon con redes de niebla 46 noches en total, con un esfuerzo de captura de 9889.2 m²/h red para la temporada de lluvia (24 noches) y de 10662.6 m²/h red para la temporada de seca (22 noches). El mayor esfuerzo de muestreo se presentó en la AVU Parque Natura con 6427.2 m²/h red y el esfuerzo de muestreo más bajo fue en Campus CAD con 3205.8 m²/h red.

Tabla 1. Abundancia de murciélagos insectívoros capturados en redes en las AVU durante dos temporadas.

Familia	Temporada de Lluvia	Temporada Seca	Total
Vespertilionidae			
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	1	0	1
<i>Eptesicus fuscus</i>	0	1	1
<i>Myotis pilosatibialis</i>	3	2	5
<i>Myotis nigricans</i>	1	0	1
<i>Myotis velifer</i>	3	2	5
Molossidae			
<i>Molossus nigricans</i>	0	1	1
Mormoopidae			
<i>Mormoops megalophylla</i>	2	0	2
TOTAL	10	6	16

Monitoreo indirecto

Se realizaron grabaciones durante 54 noches ($n= 27\ 300$ minutos), y se analizaron

1833 minutos. Se identificaron el 82% de los llamados, los cuales correspondieron a 11 especies de tres familias distintas, siete morfotipos de dos familias y cuatro morfotipos que no pudieron ser asignados a algún género/especie/familia. Para ocho especies se analizaron 10 pases, para una especie siete pases, para dos especies seis pases, para dos especies cinco pases, para tres especies cuatro pases, para una especie dos pases y cuatro especies con un pase (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencia promedio de los llamados de ecolocalización (± 1 Desv. Est.) de murciélagos insectívoros en las AVU estudiadas.

Familia	F _{máx} (kHz)	F _{mín} (kHz)	Duración del pulso (ms)	No. Pulsos analizados
Molossidae				
<i>Eumops sp</i>	20.15 \pm 0.40	16.7 \pm 0.62	36.5	4
<i>Molossus nigricans</i>	28.97 \pm 3.59	25.98 \pm 3.47	12.81 \pm 4.43	10
<i>Molossidae sp1</i>	26.49 \pm 2.33	21.54 \pm 2.41	21.38	10
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	41.82 \pm 3.20	23.02 \pm 2.88	9.9 \pm 3.23	10
<i>Nyctinomops macrotis</i>	25.75 \pm 2.03	19.6 \pm 0.40	10.25 \pm 6.55	4
Mormoopidae				
<i>Mormoops megalophylla</i>	53.74 \pm 1.66	48.9 \pm 3.58	5.96 \pm 2.89	5
<i>Pteronotus fulvus</i>	70.5 \pm 3.89	59.55 \pm 0.66	7.41 \pm 2.03	10
<i>Pteronotus mesoamericanus</i>	64.85 \pm 0.96	59.96 \pm 1.54	33.66 \pm 4.54	6
<i>Pteronotus psilotis</i>	82.2	64.2	5.7	1
Vespertilionidae				
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	41.95 \pm 2.18	31.01 \pm 3.09	9.3 \pm 1.88	10
<i>Eptesicus fuscus</i>	50.86 \pm 8.06	30.53 \pm 4.42	8.45 \pm 5.07	10
<i>Myotis sp1</i>	42.95 \pm 3.83	38.7 \pm 2.48	6.75 \pm 2.18	6
<i>Myotis sp2</i>	57.09 \pm 3.06	53.14 \pm 2.92	4.52 \pm 2.38	10
<i>Myotis sp3</i>	51.1 \pm 0.76	47.7 \pm 0.65	8.2 \pm 1.78	4
<i>Myotis sp4</i>	54.2	50.9	11	1
<i>Myotis sp5</i>	46	39.7	10	1
<i>Lasiurus cinereus</i>	47.61 \pm 3.02	30.5 \pm 0.96	4.5 \pm 0.61	7
Vespertilionidae sp1	30.8	27.3	17	1
Morfotipos				
Morfotipo 1	30.21 \pm 3.03	24.86 \pm 3.98	7.1 \pm 4.14	10
Morfotipo 2	29.18 \pm 1.68	26.06 \pm 1.44	18.6 \pm 7.92	5
Morfotipo 3	37.7 \pm 2.88	28.53 \pm 5.76	7 \pm 3.22	4
Morfotipo 4	58.8 \pm 2.40	55.25 \pm 1.48	2.7 \pm 0.28	2

Se registraron 910 pases, 561 en temporada de lluvia y 349 en temporada de secas, FJC/HAYA presentó 15 especies en temporada de lluvia y 13 especies en temporada de secas, Martinica presentó nueve especies en temporada de lluvia y 11 en temporada de secas, Parque Natura presentó siete especies en temporada de lluvia y cinco en temporada de secas y Campus CAD 11 especies en temporada de lluvia y cuatro en secas. Para la temporada de lluvia, la familia dominante fue Mormoopidae con 298 pases y para la temporada de secas la familia dominante fue

Molossidae con 184 pases (Tabla 3).

Tabla 3. Pases totales de los murciélagos insectívoros en dos temporadas en las cuatro AVU.

Familia	FJC/HAYA		Martinica		Parque Natura		Campus CAD		Act . total
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	
Molossidae									
<i>Eumops sp</i>	4	10	3	3	0	22	1	0	43
<i>Molossus nigricans</i>	41	32	18	33	51	16	49	19	259
<i>Molossidae sp 1</i>	1	3	3	12	0	11	1	10	41
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	6	5	1	3	1	0	1	0	17
<i>Nyctinomops macrotis</i>	1	1	0	3	0	1	0	0	6
Mormoopidae									
<i>Mormoops megalophylla</i>	12	1	2	1	0	0	0	0	16
<i>Pteronotus fulvus</i>	73	21	5	14	179	71	22	0	385
<i>Pteronotus mesoamericanus</i>	4	1	0	0	1	0	0	0	6
<i>Pteronotus psilotis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Vespertilionidae									
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	6	7	0	2	6	0	1	0	22
<i>Eptesicus fuscus</i>	1	14	0	2	0	0	7	0	24
<i>Myotis sp1</i>	2	4	0	4	0	0	0	0	10
<i>Myotis sp2</i>	0	10	0	0	0	0	5	0	15
<i>Myotis sp3</i>	0	0	10	0	0	0	0	0	10
<i>Myotis sp4</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	6
<i>Myotis sp5</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Lasiurus cinereus</i>	0	0	0	8	0	0	0	0	8
Vespertilionidae sp1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Morfotipos									

Morfotipo 1	5	0	5	0	2	0	7	0	19
Morfotipo 2	0	0	0	0	0	0	7	0	7
Morfotipo 3	4	0	0	0	3	0	0	0	7
Morfotipo 4	2	0	0	0	0	0	1	1	4
TOTAL DE PASES	163	111	53	85	243	121	102	32	910

El AVU que tuvo mayor actividad (número de pases) fue Parque Natura, con 364 pases y 10 especies, seguido de FJC/HAYA con 274 pases y 17 especies. La Martinica presentó 138 pases y 14 especies y Campus CAD 134 pases y 12 especies. En todas las AVU, la especie dominante fue *Pteronotus fulvus* con 385 pases, seguido de *Molossus nigricans* con 259 pases (Tabla 4).

Tabla 4. Pases totales de los murciélagos insectívoros en cuatro AVU.

Familia	FJC/H AYA	Martinica	Parque Natura	Campus CAD	Actividad (No. de pases)
Molossidae					
<i>Eumops sp</i>	14	6	22	1	43
<i>Molossus nigricans</i>	73	51	67	68	259
<i>Molossidae sp 1</i>	4	15	11	11	41
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	11	4	1	1	17
<i>Nyctinomops macrotis</i>	2	3	1	0	6
Mormoopidae					
<i>Mormoops megalophylla</i>	13	3	0	0	16
<i>Pteronotus fulvus</i>	94	19	250	22	385
<i>Pteronotus mesoamericanus</i>	5	0	1	0	6
<i>Pteronotus psilotis</i>	0	0	0	2	2
Vespertilionidae					
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	13	2	6	1	22
<i>Eptesicus fuscus</i>	15	2	0	7	24
<i>Myotis sp1</i>	6	4	0	0	10
<i>Myotis sp2</i>	10	0	0	5	15
<i>Myotis sp3</i>	0	10	0	0	10
<i>Myotis sp4</i>	0	6	0	0	6
<i>Myotis sp5</i>	2	0	0	0	2
<i>Lasiurus cinereus</i>	0	8	0	0	8
Vespertilionidae sp1	1	0	0	0	1
Morfotipos					
Morfotipo 1	5	5	2	7	19
Morfotipo 2	0	0	0	7	7
Morfotipo 3	4	0	3	0	7
Morfotipo 4	2	0	0	2	4
TOTAL DE PASES	274	138	364	134	910

En total se registraron 48 trenes de alimentación para seis especies. Las cuatro AVU

tuvieron trenes de alimentación, pero fueron Campus CAD y FJC/HAYA quienes presentaron la mayoría (28 y 14 trenes de alimentación respectivamente). Solo se registraron trenes de alimentación en la temporada de lluvia. La especie con mayor número de trenes de alimentación fue *Pteronotus fulvus* con 31, seguido de *Molossus nigricans* con 12, *Mormoops megalophylla* presentó dos trenes de alimentación y *Pteronotus mesoamericanus* uno. De la familia Vespertilionidae ninguna especie registró trenes de alimentación (Tabla 5).

Tabla 5. Trenes de alimentación de los murciélagos insectívoros en cuatro AVU durante la temporada de lluvia.

Familia	FJC/H AYA	Martinica	Parque Natura	Campus CAD	Trenes de alimentación
Molossidae					
<i>Molossus nigricans</i>	1	0	0	11	12
<i>Molossidae</i> sp 1	0	0	0	0	1
Mormoopidae					
<i>Mormoops megalophylla</i>	2	0	0	0	2
<i>Pteronotus fulvus</i>	9	1	5	17	31
<i>Pteronotus mesoamericanus</i>	1	0	0	0	1
Morfotipos					
Morfotipo 3	0	0	0	0	1
TOTAL DE TRENES DE ALIMENTACIÓN	14	1	5	28	48

En el índice de actividad, se obtuvieron los valores a partir de datos de 42 noches efectivas de muestreo acústico. De los 1833 minutos seleccionados para el muestreo acústico, solamente 529 minutos tuvieron actividad (29%). En general, *Pteronotus fulvus* (con 205 minutos) y *Molossus nigricans* (con 116 minutos) tuvieron la mayor presencia. *Pteronotus psilotis* (con 0.19 minutos), *Myotis* sp3 (con 0.96 minutos) y *Vespertilionidae* sp1 (con 0.19 minutos) tuvieron la menor presencia (Tabla 6).

Tabla 6. Índice de Actividad Acústica de las especies insectívoras durante todo el muestreo.

Familia	Índice de actividad acústica
Molossidae	
<i>Eumops</i> sp	5.19
<i>Molossus nigricans</i>	22.30
<i>Molossidae</i> sp 1	8.65
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	2.69

<i>Nyctinomops macrotis</i>	1.15
Mormoopidae	
<i>Mormoops megalophylla</i>	2.69
<i>Pteronotus fulvus</i>	39.42
<i>Pteronotus mesoamericanus</i>	0.76
<i>Pteronotus psilotis</i>	0.19
Vespertilionidae	
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	2.69
<i>Eptesicus fuscus</i>	2.11
<i>Myotis</i> sp1	1.15
<i>Myotis</i> sp2	1.73
<i>Myotis</i> sp3	0.96
<i>Myotis</i> sp4	1.92
<i>Myotis</i> sp5	0.19
<i>Lasiurus cinereus</i>	0.57
Vespertilionidae sp1	0.19
Morfotipos	
Morfotipo 1	2.5
Morfotipo 2	1.92
Morfotipo 3	0.96
Morfotipo 4	0.96

El patrón de actividad en el AVU FJC/HAYA y Parque Natura cuando comenzó la actividad de murciélagos (18:00-19:00 hrs) se alcanzó un punto máximo de pases promedio x hora, posteriormente ésta bajó y se mantuvo constante por unas horas para volver a aumentar y repetir este proceso hasta que amaneció. En el AVU Martinica y Campus CAD, la actividad máxima se alcanzó a las 23:00 y 06:00 respectivamente.

En el AVU FJC/HAYA (Fig. 3a) el inicio de actividad (19:00) coincidió con la temperatura máxima (23°C), la actividad mínima se presentó a las 02:00 y 05:00. En el AVU Martinica (Fig. 3b) el máximo de actividad (3 pases promedio) se presentó a las 23:00 con una temperatura de 16°C, en todo el periodo de muestreo la temperatura no presentó cambios muy drásticos al igual que el promedio de pases, en donde la mayoría oscilo entre 1.47 pases promedio por hora.

El AVU Parque Natura (Fig. 3c) presentó la mayor actividad de las cuatro áreas analizadas con un promedio de pases x hora de 2.37. La actividad máxima se alcanzó a las 18:00 con un promedio de 4.66 pases x hora, al igual que la temperatura máxima de 22°C. Por último, el AVU Campus CAD (Fig. 3d), fué la única AVU que presentó la mayor actividad a las 06:00.

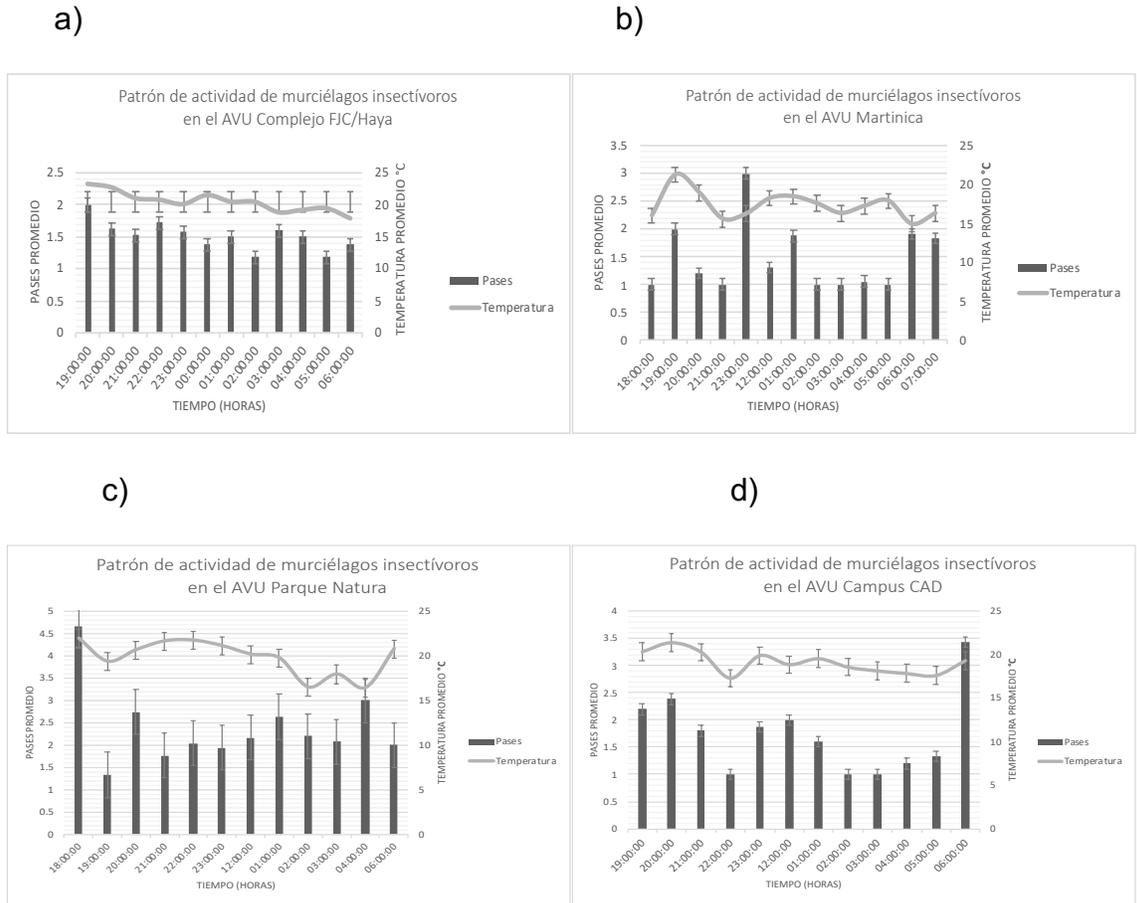


Fig. 3. Patrón de actividad de murciélagos insectívoros en las cuatro Áreas Verdes Urbanas.

De las dos temporadas analizadas, la temporada de lluvia (Fig. 4a) presentó mayor actividad con un promedio de 1.93 pases en todo el periodo, al igual que se registraron temperaturas mayores que en temporada de secas. Para la temporada de lluvia, el mayor periodo de actividad fué a las 19:00 y el menor periodo de actividad fue a las 05:00. Para la temporada de secas (Fig. 4b) hubo una menor actividad en la mayoría del tiempo, solamente en dos horas (18:00 y 01:00) hubo una actividad mayor o igual a 2 pases promedio por hora. El promedio de pases en toda la temporada fue de 1.59 con una temperatura promedio de 17.84°C.

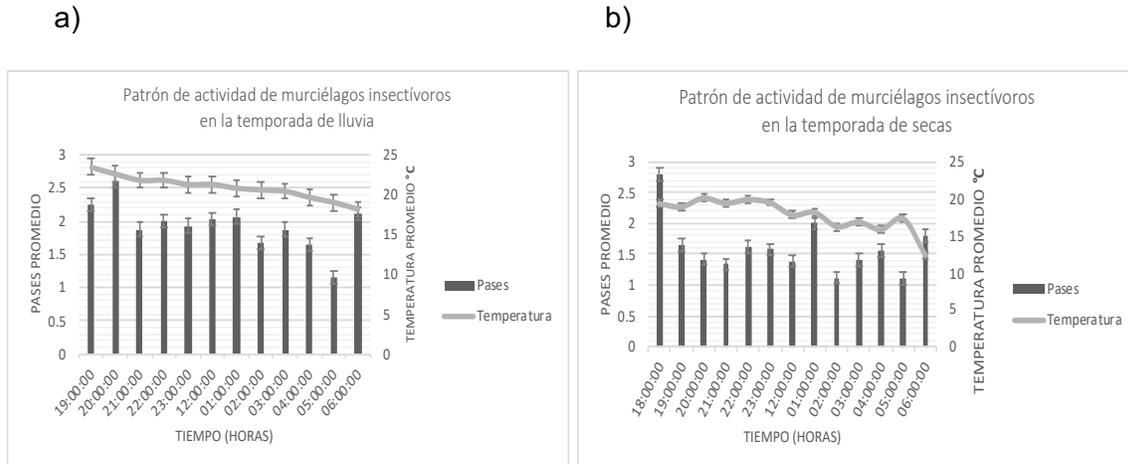


Fig. 4. Patrón de actividad de murciélagos insectívoros en dos temporadas distintas.

En cuanto al coeficiente de correlación de Pearson para las AVU, FJC/HAYA presentó un coeficiente de correlación positiva moderada ($F=0.53$, $df: 10$, $p=0.07$) Martinica con un correlación positiva baja ($F=0.03$, $df: 11$, $p=0.90$), Parque Natura con un correlación positiva baja ($F=0.10$, $df: 10$, $p=0.74$) y Campus CAD con una correlación positiva moderada ($F=0.62$, $df: 10$, $p=0.03$).

Para el coeficiente de correlación de Pearson para las dos temporadas, la temporada de secas mostró una correlación positiva baja ($F=0.12$, $df: 11$, $p=0.69$), a diferencia de la temporada de lluvia, la cual presentó una correlación positiva moderada ($F=0.58$, $df: 10$, $p=0.04$).

Discusión

El estado de Veracruz posee cerca de 90 especies de murciélagos (Coates *et al.*, 2017). El uso de dos métodos de monitoreo permitió detectar el 26% de las especies conocidas para el estado (de todos los gremios) y el 12% de las especies insectívoras para la región (González y Delfín-Alfonso, 2016). Complementar ambos métodos (directo e indirecto) proporcionó una visión aproximada de las especies que pueden encontrarse en las AVU de Xalapa. Es importante tomar en cuenta que los datos que se presentan son una muestra de toda la diversidad que pueden tener las AVU, debido a que solo se analizaron cinco minutos/hora al azar (por practicidad metodológica), y no se consideró la información restante en las horas respectivas. No obstante, se consideró que la metodología que se siguió en este estudio fue representativa, la cual coincide con la metodología de Coleman y Barclay (2012), quienes siguieron una metodología similar, registraron la actividad de los murciélagos con detectores acústicos en los mismos sitios en donde se redeo y rotaron los sitios de muestreo para cubrir la mayor parte del área de estudio, lo que ayudó a que tuvieran un muestreo más completo.

En el muestreo con redes de niebla se obtuvieron tres especies del género *Myotis*, las cuales son de tamaño pequeño, vuelo bastante lento y maniobrable, con lo cual pueden desplazarse en el interior de densos sotobosques y cerca o dentro de la vegetación densa (Ayelen, 2016), es probable que por esta razón se pudieron capturar varios individuos de este género, ya que se encontraban en el interior de la vegetación en donde se colocaron las redes de niebla. Es importante mencionar que gracias al monitoreo acústico se registraron cinco especies pertenecientes a este género, las cuales se asociaron tomando en cuenta las características físicas de los pulsos y las frecuencias que presentaron, sin embargo, no se pudieron identificar las especies debido a la complejidad para analizar los pulsos, ya que éstos pueden cambiar dependiendo de las circunstancias en donde se encuentren las especies.

El monitoreo acústico reveló que los murciélagos insectívoros explotaron los hábitats disponibles en diferentes intensidades de las AVU, debido a que no todas las especies se presentaron en las cuatro AVU. Esto puede deberse a que las AVU presentan diferencias entre ellas, por ejemplo, Parque Natura al ser el AVU con mayor extensión (89h) provoca que tenga mayor densidad de árboles (una amplia variedad de especies exóticas) y cuerpos de agua haciendo el AVU más húmeda, lo que atrae más insectos (Gehrt y Chelsvig, 2003). Martinica presenta sotobosque denso y árboles grandes, a pesar de ser un AVU que se encuentra cerca a una carretera, tiene áreas relativamente conservadas, FJC/HAYA presenta refugios que pueden ser utilizados para las especies que se encuentran dentro de la ciudad y una diversidad muy amplia de vegetación la cual en su mayoría es nativa y Campus CAD con al menos un cuerpo de agua grande y cercano a algunos lagos artificiales, tiene muchas áreas de construcciones y está rodeado de una zona altamente urbanizada. Las claras diferencias entre AVU pueden influir en la preferencia de hábitat de las especies insectívoras y en su capacidad para tolerar lugares perturbados. Los resultados acústicos además registraron 17 especies/morfotipos que no se capturaron en redes. A pesar de que sólo se tomaron en cuenta especies insectívoras, el monitoreo con redes de niebla registró especies de distintos gremios, esto puede deberse a que son especies relativamente fáciles de capturar esto es porque forrajean en el sotobosque o a la altura de las redes de niebla (Rydell *et al.*, 2001; Buenrostro-Silva *et al.*, 2013).

En el muestreo acústico se obtuvieron nueve especies de la familia Molossidae y Vespertilionidae, en contraste con los resultados del monitoreo directo, en donde se obtuvieron cinco especies de las dos familias. Una posible explicación para la escasez de estos registros en el monitoreo directo es el vuelo que presentan las especies de estas familias, el cual es a gran altura por encima del dosel y las redes de niebla (Kalko *et al.*, 1996). Este resultado coincide con un estudio realizado por Briones-Salas *et al.*, (2013) en la región sur del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México, en donde reportaron en el muestreo indirecto la presencia de dos especies de la familia Vespertilionidae las cuales no se habían registrado mediante muestreos directos.

Molossus nigricans fue una especie dominante en este estudio, McKinney (2006), afirma que es una especie considerada sinantrópica, debido a que tiene la facilidad para adaptarse en matrices urbanas y se ve favorecida por la disponibilidad de dormitorios artificiales (Ávila-Flores y Fenton, 2005).

Actividad de forrajeo

Pteronotus fulvus presentó la mayor actividad de forrajeo. Esto puede deberse a que es una especie que se alimenta de una gran variedad de insectos y su dieta puede responder a fluctuaciones de la población local de insectos (Clare *et al.*, 2011; Salinas-Ramos, 2015; Segura-Trujillo, 2022). La actividad de forrajeo coincide con lo reportado por Salinas-Ramos y colaboradores (2015), quienes demostraron que *P. fulvus* consume una variedad de presas durante la temporada que se encuentre y se adapta al alimento existente en el sitio en donde se encuentre.

Más de la mitad de las especies no presentaron trenes de alimentación, solo se registró su presencia. Esto coincide con Araújo y Bernarnd (2016), quienes obtuvieron una actividad de los murciélagos estadísticamente mayor en las zonas verdes, pero no reflejada en los trenes de alimentación, esto debido a que la mayoría de los murciélagos estudiados hacen un uso sesgado del paisaje urbano y las zonas verdes están funcionando como “hotspot” para la actividad de murciélagos.

Todos los trenes de alimentación se presentaron en temporada de lluvia, sin embargo, el hecho de que no se registraron trenes de alimentación en temporada de secas ni se registrara actividad de forrajeo para todas las especies podría significar que las AVU no estén funcionando como sitios de alimentación para los murciélagos insectívoros en la época de secas, no obstante, varios factores pueden incidir en la ausencia de los trenes de alimentación en época de secas. Entre estos pueden ser las diferencias en las técnicas de búsqueda de alimento, en donde el uso de ecolocalización por especie difiere e impide una comparación directa de los resultados para diferentes especies (Runkel, 2021), la abundancia y ciclo de vida de los insectos (en temporada de lluvia aumenta la abundancia de insectos y en temporada de secas el alimento puede escasear debido a que bajas temperaturas reducen la abundancia y su actividad; Pescador-Rubio *et al.*, 2002; Turbill, 2008), la estacionalidad, la distribución espacial, la logística de la colocación de los detectores acústicos en lugares en donde no forrajean o puede ser que en temporadas en donde no hay suficiente alimento, los murciélagos buscan otros sitios para forrajear y las AVU estudiadas no funcionan como sitios de alimentación.

Patrón de actividad

La actividad de los murciélagos insectívoros que se obtuvo no mostró una tendencia clara de aumento/disminución de actividad, sin embargo, sí se mostraron fluctuaciones a lo largo de la noche y el amanecer, esto puede deberse a que algunos murciélagos regresan a su dormitorio a mitad de la noche para volver a salir a alimentarse antes del amanecer (Perks y Goodenough, 2020).

Gorman *et al.*, 2021 describieron que el patrón de actividad en ciertas especies puede indicar que buscan comida desde el atardecer, cuando la temperatura aún no fluctúan y los insectos están más activos, ya que a medida que anoche la temperatura disminuye y es desfavorable para éstos. El patrón de actividad promedio fue antes de medianoche, probablemente porque la actividad de los murciélagos insectívoros va en función a la búsqueda de alimento.

El patrón de actividad asociado con la temperatura no presentó una relación directa. Las temperaturas más altas se registraron en la temporada de lluvias, esto era de esperarse debido a que temperaturas más altas se presentan en verano. Esto coincide con los resultados obtenidos por Perks y Goodenough (2020) en donde no encontraron una relación muy marcada entre la actividad y la temperatura presente del estudio. Sin embargo, al ser pequeños mamíferos endotérmicos que emplean una gran proporción de su energía en la termorregulación, variaciones muy grandes de temperatura pueden afectar considerablemente la actividad que presentan, pero variaciones pequeñas no afectan a gran escala la actividad, por lo tanto, la temperatura sólo es importante como un umbral de la actividad en los murciélagos y no es una relación lineal con los niveles de actividad (Rydell, 1989; Lewis, 1993).

A pesar de que en este estudio no se midió la precipitación por temporadas, cuando existió presencia de precipitación en las grabaciones no había actividad de murciélagos. Lo que coincide con los resultados de Erickson y West, (2002), en donde la lluvia representaba el 37% de la variación en la actividad de los murciélagos insectívoros.

Conclusión.

Se pudieron identificar especies de murciélagos insectívoros que habitan en las cuatro AVU de Xalapa, en dos temporadas distintas.

Se obtuvieron datos que reflejan que las AVU funcionan como sitios de alimentación para algunas especies, sobre todo en temporada de lluvia, sin embargo, al no tener registro de forrajeo para todas las especies, se concluyó que las AVU tienen diferentes funcionalidades para diferentes especies (como sitios de alimentación, sitios de descanso o corredores biológicos).

En este estudio, se comprobó que variaciones mínimas de temperatura no están relacionadas con la actividad de los murciélagos insectívoros en las AVU de Xalapa.

Referencias

- Aldridge, H. D. J. y Rautenbach, I. L. (1987). Morphology, echolocation, and resource partitioning in insectivorous bats. *Journal of Animal Ecology*, 56(3):763-778.
- Araújo, M. L. V. y Bernard, E. (2016). Green remnants are hotspots for bat activity in a large Brazilian Urban Area. *Urban Ecosystems*, 19(1):287-296.
- Arias-Aguilar, A., Chacón-Madrigo, E. y Rodríguez-Herrera, B. (2015). El uso de los parques urbanos con vegetación por murciélagos insectívoros en San José, Costa Rica. *Mastozoología Neotropical*, 22(2):229-237.
- Ávila-Flores, R. y Fenton, M. (2005). Use of spatial features by foraging insectivorous bats in a large urban landscape. *Journal of Mammalogy*, 86(6):1193-1204.
- Ayelen, L. M., Díaz, M. M., Merino, M. L. y Jensen, R. F. (2016). Las especies del género *Myotis* (Chiroptera:Vespertilionidae) en el bajo delta del paraná y la pampa ondulada, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 23(2):455-465.
- Bates, M. E., Simmons, J. A., y Zorikov, T. V. (2011). Bats use echo harmonic structure to distinguish their targets from background clutter. *Science*, 333(6042): 627-630.
- Bowles, J. B., Heideman, P. D. y Erickson, K. R. (1990). Observation on Six Species of Free-Tailed Bats (Molossidae) from Yucatán, México. *The Southwestern Naturalist*, 35(2):151-157.
- Briones-Salas, M., Hortelano-Moncada, Y., Magaña-Cota, G., Sánchez-Rojas, G. y Sosa-Escalante, J. E. (2016). Mamíferos de Veracruz, México. En: A. González Christen y C. A. Delfín-Alfonso (Ed.), *Riqueza y conservación de los mamíferos en México a nivel estatal* (499-593). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México.
- Briones-Salas, M., Peralta-Pérez, M. y García-Luis, M. (2013). Caracterización acústica de nuevos registros de murciélagos para el estado de Oaxaca, México. *Therya*, 4(1):15-32.
- Buenrostro-Silva, A., Antonio-Gutiérrez, M. y García-Grajales, J. (2013). Diversidad de murciélagos de la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca. *Therya*, 4(2):361-376.
- Clare, E. L., Barber, B. R., Sweeney, B. W., Hebert, P. D. N. y Fenton, M. B. (2011). Eating local: influences of habitat on the diet of little brown bats (*Myotis lucifugus*). *Molecular Ecology*, 20(8):1772-1780.

Coates, R., Ramírez-Lucho, I. y González-Christen, A. (2017). Una lista actualizada de los murciélagos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(2):349-357.

Coleman, J. L. y Barclay, R. M. R. (2011). Urbanization and the abundance and diversity of Prairie bats. *Urban Ecosystems*, 15(1):87-102.

Denzinger, A y Hans-Ulrich, S. (2013). Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Frontiers in Physiology*, 4(1):1-15.

Duchamp, J. y Swihart, R. (2008). Shifts in bat community structure related to evolved traits and features of human-altered landscapes. *Landscape Ecology*; 23(7): 849-860.

Ellis, E. A. y Martínez-Bello, M. (2010). Vegetación y Uso de suelo. En Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. Gobierno del estado de Veracruz. Xalapa, Veracruz. Pp. 203-226.

Ellison, L., Everette, A. y Bogan, M. (2005). Examining patterns of bat activity in Bandelier National Monument, New Mexico, by using walking point transects. *The Southwestern Naturalist*, 50(2):197-208.

Erickson, J. L. y West, S. D. (2002). The influence of regional climate and nightly weather conditions on activity patterns of insectivorous bats. *Acta Chiropterologica*, 4(1):17-24.

Espinal, M. y Mora, J. M. (2012). Ampliación en la Distribución de Cinco Especies de Murciélagos en Honduras Basada en Detección por Medios Acústicos. *Ceiba*, 53(1):30-37.

Estrada, A., Jimenez, C., Rivera, A. y Fuentes, E. (2003). General bat activity measured with an ultrasound detector in a fragmented landscape in Los Tuxtlas, Mexico. *Animal Biodiversity and Conservation*, 27(2):1-9.

Fenton, M. B. (1997). Science and the conservation of bats. *Journal of Mammalogy*, 78(1):1-14.

Fenton, M. B., Portfors, C. V., Rautenbach, I. L. y Waterman, J. M. (1998) Compromises: sound frequencies used in echolocation by aerial-feeding bats. *Canadian Journal of Zoology*, 76(6):1174-1182.

Ferreira, G. D. (2020). *¿Son los ríos urbanos más usados por los murciélagos insectívoros que otros hábitats lineales urbanos?*. (Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo).

Furlonger, C. L., Dewar, H. J. y Fenton, M. B. (1987). Habitat use by foraging insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology*, 65(2):284-288.

García-Méndez, A., Lorenzo, C., Luis-Bernardo, V. y Reyna-Hurtado, R. (2014). Roedores y murciélagos en espacios verdes en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. *Therya*, 5(2):615-632.

García, G. F. M. (2013). *Análisis de la diversidad de murciélagos de Barra de Potosí, Guerrero*. (Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco). Bidi-UAM.

Gehrt, S. y Chelsvig, J. E. (2003). Bat activity in an Urban Landscape: Patterns at the Landscape and Microhabitat Scale. *Ecological Applications*, 13(4):939-950.

Gessinger, G., Page, R., Wilfert, L., Surlykke, A., Brinklov, S. y Tschapka, M. (2021). Phylogenetic Patterns in Mouth Posture and Echolocation Emission Behavior of Phyllostomid Bats. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9(1):1-15.

Gómez, N. M. V. (2013). *Las comunidades de murciélagos insectívoros de los humedales costeros de Veracruz, México, a partir de la detección acústica*. (Tesis de maestría). Instituto de Ecología, Veracruz, México.

Gorman, K. M., Barr, E. L., Ries, L. y Nocera, T. (2021). Nat activity patterns relative to temporal and weather effects in a temperature coastal environment. *Global Ecology and Conservation*, 30(1):1-13.

Hans-Ulrich, S. y Kalko, E. K. V. (1998). How echolocation bat search and find food. *Bat biology and Conservation* (Kunz, T. H. y RaAcey, P. A., eds) pp. 183-196, Smithsonian Institution Press.

Hans-Ulrich, S. y Kalko, E. K. V. (2001). Echolocation by insect eating bats. *BioScience*, 51(7):557-569.

Hans-Ulrich, S., Moss, F. C. y Denzinger, A. (2003). From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats. *Trends in Ecology and Evolution*, 18(8):386-394.

Hernández, L. J. D., Espinosa, C. J. F., Peñaloza, T. M. E., Rodriguez, J. E., Chacón, R. J. G., Toloza, S. A., Arenas, T. M. K., Carrillo, S. S. M. y Bermúdez, P. V. J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 37(5):587-595.

Holderied, M., Korine, C., y Moritz, T. (2011). Hemprich's long-eared bat (*Otonycteris hemprichii*) as a predator of scorpions: whispering echolocation, passive gleaning and prey selection. *Journal of comparative physiology. A, Neuroethology, sensory, neural, and behavioral physiology*, 197(5):425-433.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). Anuario estadístico y geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave 2017. México, INEGI.

Jara-Servín, A. M., Saldaña-Vázquez, R. A. y Schondube, J. E. (2017). Nutrient availability predicts frugivorous bat abundance in an urban environment. *Mammalia*, 81(4):367-374.

Jones, G. (2005). Echolocation. *Current Biology*, 15(13):484-488.

Jones, G., y Holderied, M. W. (2007). Bat echolocation calls: adaptation and convergent evolution. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 274(1612): 905-912.

Jung, K. G. y Threlfall, C. (2015). Urbanisation and its effects on bats- a global meta-analysis. In: Voigt, C., Kingston, T. (eds) *Bats in the Anthropocene: Conservation of bats in a Changing World*. Springer, Cham.

Jung, K. y Kalko, K., E. (2010). Where forest meets urbanization: foraging plasticity of aerial insectivorous bats in an anthropogenically altered environment. *Journal of Mammalogy*, 91(1):144-153.

Jung, K., Molinari, J. y Kalko, E. K. V. (2014). Driving Factors for the Evolution of Species-Specific Echolocation Call Design in New World Free-Tailed Bats (Molossidae). *PLoS One*, 9(1):1-9.

Kalko, E. K. V. (1995). Echolocation signal design, foraging habitats and guild structure in six neotropical sheath-tailed bats (Emballonuridae). *Symposia of the Zoological Society of London*, 67(1):259-273.

Kalko, E. K. V., Handley, C. O. y Handley, D. (1996). Organization, diversity, and long term dynamics of a Neotropical bat community. En Cody M. y Smallwood J. (Eds.). *Long term studies in vertebrate communities* (503-553). Academic Press, Los Angeles.

Kunz, T. H. y Parsons, S. (2009). *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Kunz, T. H., Torrez, E. B., Bauer, D., Lobova, T, y Fleming, T. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of New York Academy of Sciences*, 1223(1):1-38.

Kurta, A. y Teramino, J. A. (1992). Bat community structure in an urban park. *Ecography* 15(3):257-261.

León-Tapia, M. A. y Hortelano-Moncada, Y. (2016). Richness of insectivorous bats in a chaparral area in the municipality of Tecate, Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3):1056-1061.

Lewis, S. E. (1993). Effect of climatic variation on reproduction by pallid bats (*Antrozous pallidus*). *Canadian Journal of Zoology*, 71(7):1429-1433.

Loeb, S. C., Post, C. J., y Hall, S. T. (2009). Relationship between urbanization and bat community structure in national parks of the southeastern U. S. *Urban Ecosystems*, 12(2):197-214.

MacGrefor-Fors, I., Escobar, F., Rueda-Hernández, R., Avendaño-Reyes, S., Baena, M. L., Bandala, V. M., Chacón-Zapata, S., Guillén-Servent, A., González-García, F., Lorea-Hernández, F., Montes de Oca, E., Montoya, L., Pineda, E., Ramírez-Restrepo, L., Rivera-García, E. y Utrera-Barrillas, E. (2016). City “Green” Contributions: The Role of Urban Greenspaces as Reservoirs for Biodiversity. *Forests*, 7(7):146.

MacGregor-Fors, I. (2019). De mitos a hitos urbanos: ¿Cómo hacer ecoogía en selvas de asfalto? En Zuria, I., Olvera-Ramírez, A. y Ramírez, P. (eds). Manual de técnicas para el estudio de Fauna nativa en ambientes urbanos. Fondo Editorial. Universidad Autónoma de Querétaro.

MacSwiney, G. M. C., Bolívar-Cimé, B., Clarke, F.M. y Racey, P. A. (2009). Insectivorous bat activity at cenotes in the Yucatán Peninsula. *Acta Chiropterologica*, 11(1):139-147.

MacSwiney, G. M. C., Clarke, F. M. y Racey, P. A. (2008). What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology*, 45(5):1364-1371.

McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological conservation*, 127(3):247-260.

Medellin, R. A., Arita, H. T. y Sánchez, O. (2008). *Identificación de los Murciélagos de México: Clave de campo*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C.

Miller, B. W. (2001). A method for determining relative activity of free flying bats using a new activity index for acoustic monitoring. *Acta Chiropterologica*, 3(1): 93-105.

Moretto, L. y Francis, C. M. (2017). What factors limit bat abundance and diversity in temperate, North American urban environments? *Journal of Urban Ecology*, 3(1):1-9.

Moss, C. F. y Hans-Ulrich, S. (1995) Behavioral studies of auditory information processing. In *Hearing by Bats* (Popper, A.N. and Fay, R.R., eds) pp. 87-145, Springer-Verlag.

Neuweiler G. (1989). Foraging ecology and audition in echolocating bats. *Trends in Ecology and Evolution*, 4(6):160-66.

Neuweiler, G. (1990). Auditory adaptations for prey capture in echolocating bats. *Physiology review*, 70(3):615-641.

Orozco-Lugo, L., Guillén-Servent, A., Valenzuela-Galván, D., y Arita, H. T. (2013). Descripción de los pulsos de ecolocalización de once especies de murciélagos insectívoros aéreos de una selva baja caducifolia en Morelos, México. *Therya*, 4(1):33-46.

Ortega, J., MacSwiney, G. M. C. y Zamora, G. V. (2022). *Compendio de los llamados de ecolocalización de los murciélagos insectívoros mexicanos*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México.

Patriquin, K. y Barclay, R. (2003). Foraging by bats in cleared, thinned and unharvested boreal forest. *Journal of Applied Ecology*, 40(4):646-657.

Perks, S. J. y Goodeneough, A. E. (2020). Abiotic and spatiotemporal factors affect activity of European bat species and have implications for detectability for acoustic surveys. *Wildlife Biology*, 1(1):1-8.

Pescador-Rubio, A., Rodríguez-Palafox, A., Noguera, F. A. (2002). Diversidad y estacionalidad de Arthropoda. En: Noguera, F. A., Vega-Rivera, J.H., García-Aldrete, A. N. y Quesada, M. (Eds.). *Historia Natural de Chamela* (183-201). Universidad Nacional Autónoma de México.

Ramírez-Siva, J. y Lugo-Gil, E. J. (2020). Murciélagos (Chiroptera) en Áreas Verdes Urbanas de la Ciudad de Tepic, Nayarit, México. *Revista Mexicana de Mastozoología, nueva época*, 10(1):21-31.

Reid, F. A. (2009). *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*. 2nd ed. Oxford University Press, New York, 346 pp.

Rodríguez-Aguilar, G., Orozco-Lugo, C. L., Vleut, I. y Luis-Bernardo, V. (2016). Influence of urbanization on the occurrence and activity of aerial insectivorous bats. *Urban Ecosystems*, 20(2):477-488.

Rojas, C., De la Barrera, F., Aranguíz, T., Munizaga, J. y Pino, J. (2017). Efectos de la urbanización sobre la conectividad ecológica de paisajes metropolitanos. *Revista Universitaria de Geografía*, 26(2):155-182.

Ruíz, B. A., Tejeda, M. A., Miranda, A. S. y Flores, Z. R. H. (2010). Elementos Climáticos Generales. En Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. *Climatología* (71-72pp). Gobierno del Estado de Veracruz-Universidad Veracruzana, Xalapa.

Runkel, V., Gerding, G. y Marckmann, U. (2021). Interpretation of the results. En: Runkel, V., Gerding, G. y Marckmann, U. (Eds.). *The Handbook of Acoustic Bat Detection*, 1 st ed., Pelagic Publishing.

Russo, D. y Ancillotto, L. (2015). Sensitivity of bats to urbanization: a review. *Mammalian Biology*, 80(3):205-212.

Rydell, J. (1989). Feeding activity of the northern bat *Eptesicus nilssoni* during pregnancy and lactation. *Oecología*, 80(4):562-565.

Rydell, J., Arita, H. T., Santos, M. y Granados, J. (2001). Acoustic identification of insectivorous bats (order Chiroptera) of Yucatan, Mexico. *Journal of Zoology*, 257(1):27-36.

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

Salinas-Ramos, V. B., Herrera, M. G. H., León-Regagnon, V., Arrizabalaga-Escudero, A. y Clares, E. L. (2015). Dietary overlap and seasonality in three species of Mormoopid bats from a tropical dry forest. *Molecular Biology*, 24(20):5296-5307.

Schnitzler, H. U., Moss, C. F., y Denzinger, A. (2003). From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats. *Trends in Ecology and Evolution*. 18(8):386-94.

Segura-Trujillo, C. A. (2022). Los murciélagos también tienen gustos distinguidos. *Therya*, 1(1):1-8.

Seidman, V. M. y Zabel, C. J. (2001). Bat Activity Along Intermittent Streams in Northwestern California. *Journal of Mammalogy*, 82(3):738-747.

Simmons, J. A., Fenton, M. B. y O'Farrell, M. J. (1979). Echolocation and pursuit of prey by bats. *Science*, 203(4375):16-21.

Simmons, N. B. y Cirranello, A. L. (2022). *Bat Species of the World: A taxonomic and geographic database*. Recuperado de <https://batnames.org>

Stone, L. E., Jones, G. y Harris, S. (2012). Conserving energy at a cost to biodiversity? Impacts of LED lighting on bats. *Global Change Biology*, 18(8):2458-2465.

Straube, F. C. y Bianconi, G. V. (2002). Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes de neblina. *Chiroptera Neotropical*, 8(1-2):150-152.

Thiele, J., y Winter, Y. (2005). Hierarchical strategy for relocating food targets in flower bats: spatial memory versus cue-directed search. *Animal Behaviour*, 69(2):315-327.

Torres-Castro, M. A. (2017). ¿Son los roedores sinantrópicos una amenaza para la salud pública de Yucatán?. *Revista BiomedicaBiomédica*, 28(3):179-186.

Trullier, O., Wiener, S. I., Berthoz, A. y Meyer, J. A. (1997). Biologically based artificial navigation systems: review and prospects. *Progress in neurobiologyNeurobiology*, 51(5):483-544.

Turbill, C. (2008). Winter activity of Australian tree-roosting bats: Influence of temperature and climatic patterns. *Journal of Zoology*, 276(3):285-290.

Varela-Boydo, F., Ávila-Torresagatón, L. G., Rizo-Aguilar, A., y Guerrero, J. A. (2019). Variation in echolocation calls produced by *Myotis velifer* (Chiroptera: Vespertilionidae) during postnatal development. *Therya*, 10(1):55-58.

Villarroya-Villalba, L., Casanelles-Abella, J., Moretti, M., Pinho, P., Samson, R., Van Mensel, A., Chiron, F., Zellweger, F. y Obrist, M., K. (2021). Response of bats and nocturnal insects to urban green areas in Europe. *Basic and Applied Ecology*, 51(1):59-70.

Wilson, D. E., Mittermeier, R. A. (2019). Handbook of the mammals of the world. Vol. 9: Bats Lynx Edicions, Barcelona.

Wong, J. G. y Waters, D. A. (2001). The synchronization of signal emission with wingbeat during the approach phase in soprano pipistrelles. *Journal of Experimental Biology*, 204(3):575-583.

Yovel, Y., Franz, M. O., Stilz, P., y Schnitzler, H. U. (2011). Complex echo classification by echo-locating bats: a review. *Journal of comparative physiology. A, Neuroethology, sensory, neural, and behavioral physiology*, 197(5):475-490.

Yovel, Y., Stilz, P., Franz, M. O., Boonman, A. y Schnitzler, H. U. (2009). What a plant sounds like: the statistics of vegetation echoes as received by echolocating bats. *PLoS Computational Biology*, 5(7):1-13.

Zaldaña, O. K. P. (2020). *Uso de hábitat por murciélagos insectívoros aéreos en ambientes antropizados del Estado de Querétaro*. (Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Querétaro).

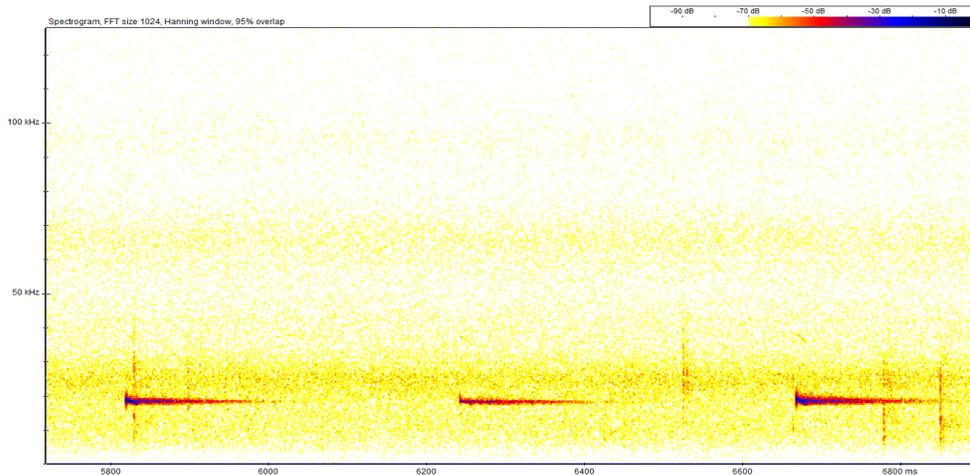
Zamora-Gutierrez, V., Ortega, J., Ávila-Flores, R., Aguilar-Rodríguez, P. A., Alarcón-Montano, M., Ávila-Torresagatón, L. G., Ayala-Berdón, J., Bolívar-Cimé, B., Briones-Salas, M., Chan-Noh, M., Chávez-Cauich, M., Chávez, C., Cortés-Calva, P.,

Cruzado, J., Carlo, C. J., Del Real-Monroy, M., Elizalde-Arellano, C., García-Luis, M., García-Morales, R., Guerrero, J. A., Guevara-Carrizales, A. A., Gutiérrez, E. G., Hernández-Mijangos, L. A., Ibarra-López, M. P., Iñiguez-Dávalos, L. I., León-Madrado, R., López-González, C., López-Téllez, M. C., López-Vidal, J. C., Martínez-Balvanera, S., Montiel-Reyes, F., Murrieta-Galindo, R., Orozco-Lugo, C. L., Pech-Canché, J. M., Pérez-Pérez, L., Ramírez-Martínez, M. M., Rizo-Aguilar, A., Robredo-Esquivelzeta, E., Rodas-Martínez, A. Z., Rojo-Cruz, M. A., Selem-Salas, C. I., Uribe-Bencomo, E., Cargas-Contreras, J. A. y MacSwiney, G. M. C. (2020). The Sonozotz project: Assembling an echolocation call library for bats in a megadiverse country. *Ecology and Evolution*, 10(2):1-16.

ANEXO

FAMILIA MOLOSSIDAE

Eumops sp.



Sonograma 2 tomado el 13/Mayo/2021, en AVU FJC/HAYA.

Promedios del presente estudio

Fmax(kHz): 20.15 ± 0.40

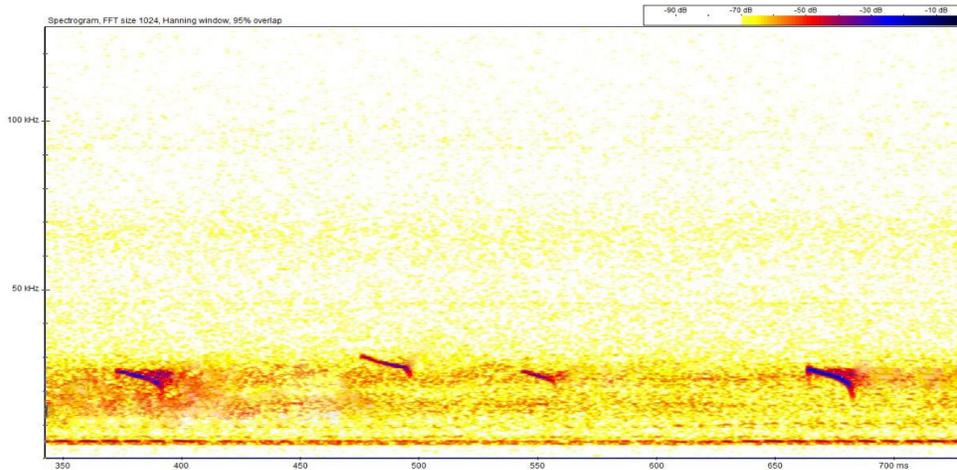
Fmin(kHz): 16.7 ± 0.62

Dur (ms): 36.5

Eumops sp tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA, Martinica, Parque Natura y Campus CAD.

Molossus nigricans (Miller,1902).

Murciélago mastín negro



Sonograma tomado el 9/Mayo/2021, en FJC/HAYA.

Promedios del presente estudio Ortega *et. al.*, 2022 Pulso bajo estudio

Fmax(kHz): 28.97 ± 3.59

Fmax(kHz): 31.4 ± 2.2

Fmin(kHz): 25.98 ± 3.47

Fmin(kHz): 25.6 ± 2.6

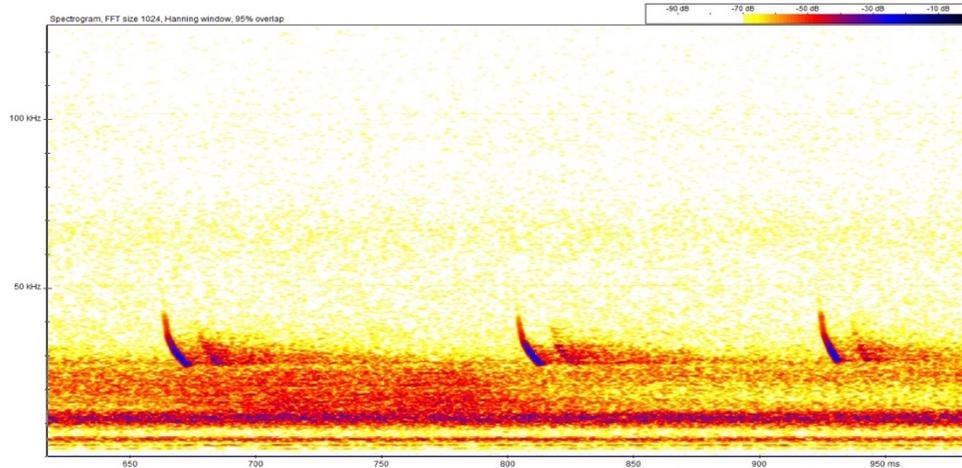
Dur(ms): 12.81 ± 4.43

Dur(ms): 10.1 ± 4.1

Molossus nigricans tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA, Martinica, Parque Natura y Campus CAD.

***Nyctinomops laticaudatus* (E. Geoffroy, 1805).**

Murciélago cola suelta ancha



Sonograma tomado el 9/Mayo/2021, en FJC/HAYA.

Promedios del presente estudio **Orozco-Lugo et. al., 2013.**

Fmax(kHz): 41.82 ± 3.20 Fmax(kHz): 41.0 ± 4.2

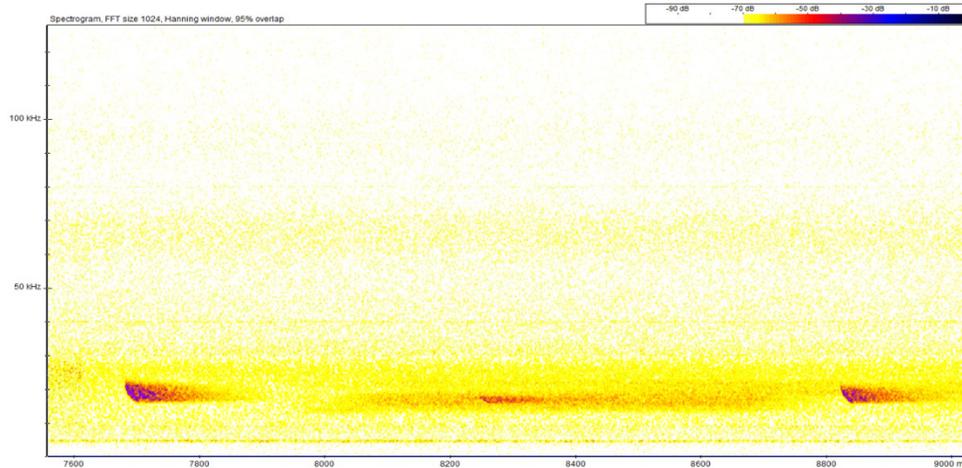
Fmin(kHz): 23.02 ± 2.88 Fmin(kHz): 18.0 ± 4.0

Dur(ms): 9.9 ± 3.23 Dur(ms): 4.9 ± 1.4

Nyctinomops laticaudatus tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA, Martinica, Parque Natura y Campus CAD.

Nyctinomops macrotis (Gray, 1840).

Murciélago cola suelta mayor



Sonograma tomado el 5/Noviembre/2021, en FJC/HAYA.

Promedios del presente estudio **Orozco-Lugo et. al., 2013.**

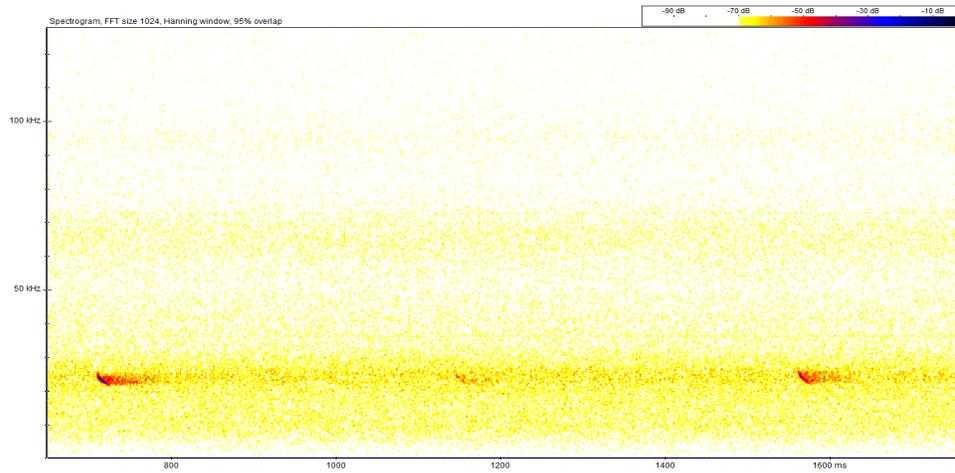
Fmax(kHz): 25.75 ± 2.03 Fmax(kHz): 28.7 ± 4.5

Fmin(kHz): 19.6 ± 0.40 Fmin(kHz): 13.8 ± 4.3

Dur(ms): 10.25 ± 6.55 Dur(ms): 7.9 ± 1.4

Nyctinomops macrotis tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA, Martinica y Parque Natura.

Molossidae sp1



Sonograma 1 tomado el 10/Mayo/2021, en AVU Martinica.

Promedios del presente estudio

Fmax(kHz): 26.49 ± 2.33

Fmin(kHz): 21.54 ± 2.41

Dur (ms): 21.38 ± 12.96

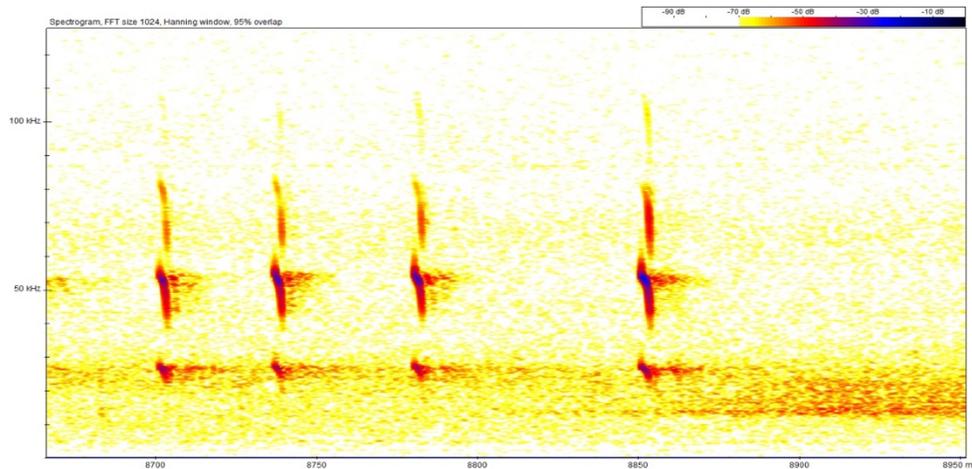
Int (ms): 184

Sonotipo 1 tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA, Martinica, Parque Natura y Campus CAD.

FAMILIA MORMOOPIDAE

Mormoops megalophylla (Peters, 1864).

Murciélago barbar arrugada



Sonograma tomado el 2/Julio/2021, en FJC/HAYA.

Promedios del Ortega *et. al.*, 2022
presente estudio

Fmax(kHz): 53.74 ± 1.66 Fmax(kHz): 55.7 ± 2.6

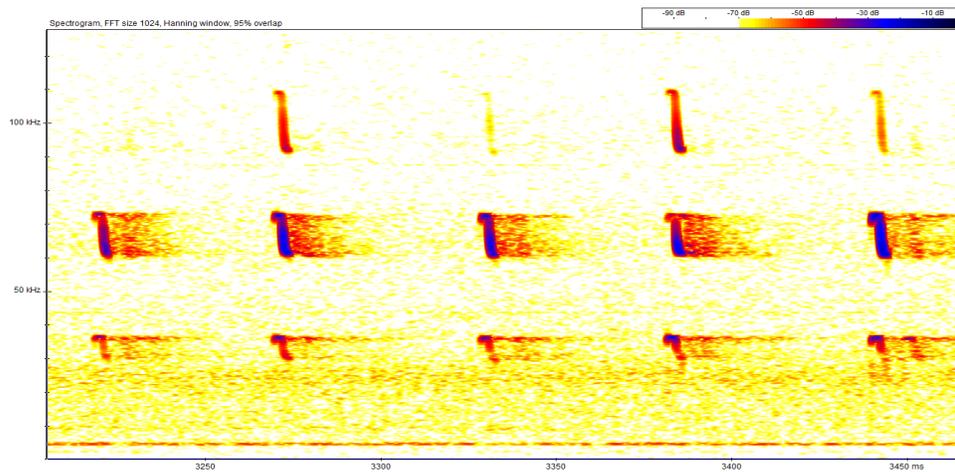
Fmin(kHz): 48.96 ± 3.58 Fmin(kHz): 42.1 ± 2.4

Dur(ms): 5.96 ± 2.89 Dur(ms): 4.8 ± 1.6

Mormoops megalophylla tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA y Martinica.

Pteronotus fulvus (Gray, 1838).

Murciélago lomo pelón menor



Sonograma tomado el 2/Julio/2021, en FJC/HAYA.

Promedios del presente estudio Ortega *et. al.*, 2022

Fmax(kHz): 70.5 ± 3.89 Fmax(kHz): 71.2 ± 2.5

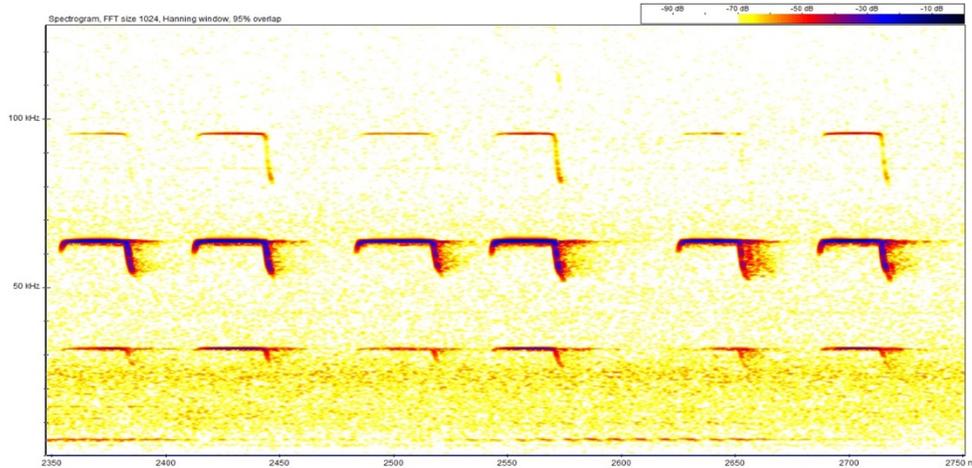
Fmin(kHz): 59.55 ± 0.66 Fmin(kHz): 58.3 ± 2.0

Dur(ms): 7.41 ± 2.03 Dur(ms): 5.8 ± 1.1

Pteronotus fulvus tuvo presencia en FJC/HAYA, Martinica, Parque Natura y Campus CAD.

***Pteronotus mesoamericanus* (Gray, 1843).**

Murciélago bigotudo mexicano



Sonograma tomado el 6/Junio/2021, en FJC/HAYA.

Promedios del presente Orozco-Lugo et al., estudio 2013.

Fmax(kHz): 64.85 ± 0.96 Fmax(kHz): 63.1 ± 1.1

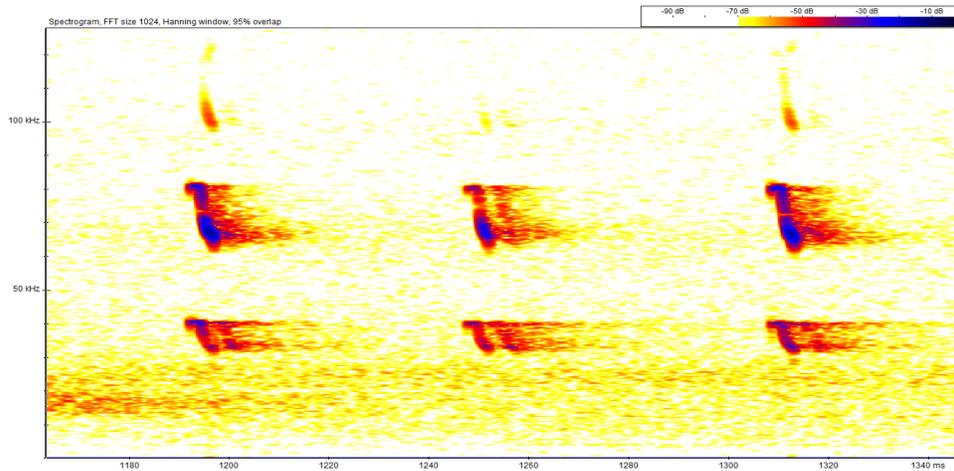
Fmin(kHz): 59.96 ± 1.54 Fmin(kHz): 55.7 ± 2.8

Dur(ms): 33.66 ± 4.54 Dur(ms): 27.8 ± 3.1

Pteronotus mesoamericanus tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA y Parque Natura.

Pteronotus psilotis (Dobson, 1878).

Murciélago bigotudo



Sonograma tomado el 23/Febrero/2022, en Campus CAD.

Promedios del presente Ortega *et. al.*, 2022
estudio

Fmax(kHz): 82.2 Fmax(kHz): 82.9 ± 2.7

Fmin(kHz): 64.2 Fmin(kHz): 64.1 ± 2.8

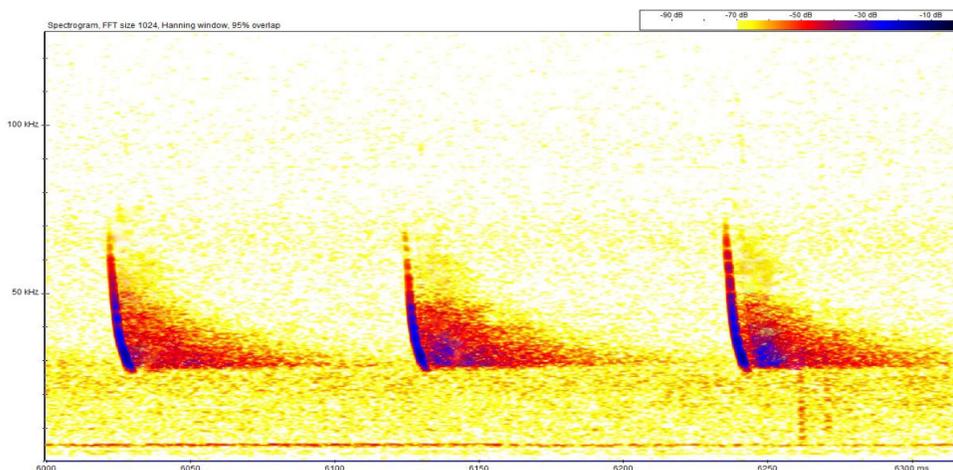
Dur(ms): 5.7 Dur(ms): 5.7 ± 1.2

Pteronotus psilotis tuvo presencia en el AVU Campus CAD.

FAMILIA VESPERTILIONIDAE

Eptesicus brasiliensis (Desmarest, 1819).

Murciélago pardo brasileño



Sonograma tomado el 3/Mayo/2021, en FJC/HAYA.

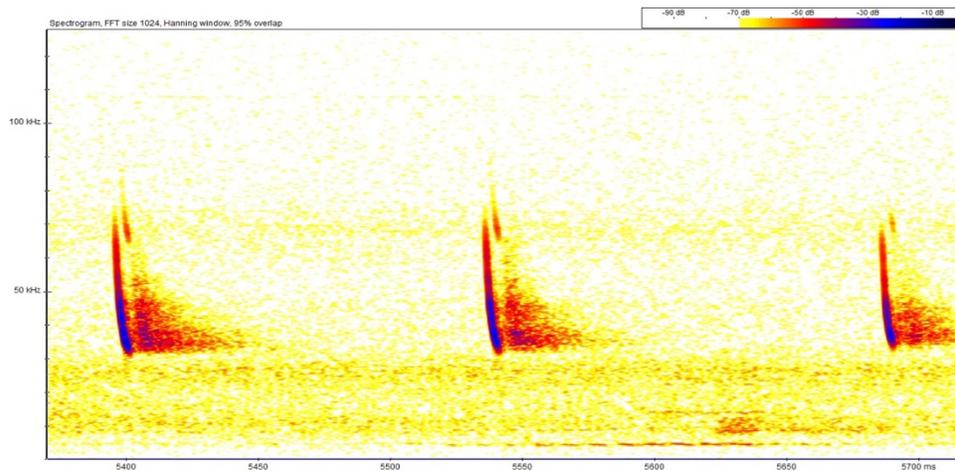
Promedios del presente estudio Ortega *et. al.*, 2022

Fmax(kHz): 41.95 ± 2.18	Fmax(kHz): 55.8 ± 11.5
Fmin(kHz): 31.01 ± 3.09	Fmin(kHz): 32.9 ± 3.5
Dur(ms): 9.3 ± 1.88	Dur(ms): 7.8 ± 3.8

Eptesicus brasiliensis tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA, Martinica, Parque Natura y Campus CAD.

Eptesicus fuscus (Beauvois, 1796).

Murciélago moreno norteamericano



Sonograma tomado el 9/Mayo/2021, en FJC/HAYA.

Promedios del presente estudio Ortega *et. al.*, 2022

Fmax(kHz): 50.86 ± 8.06 Fmax(kHz): 59.3 ± 10.6

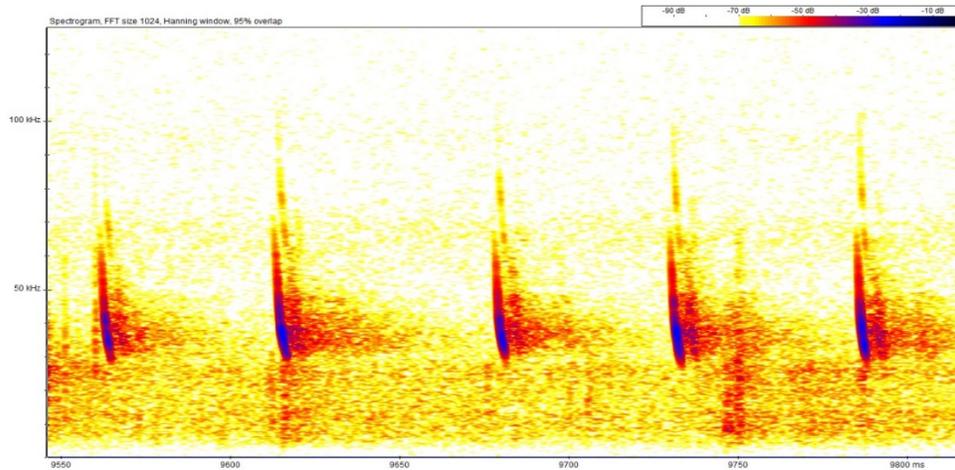
Fmin(kHz): 30.53 ± 4.42 Fmin(kHz): 29.3 ± 4.6

Dur(ms): 8.45 ± 5.07 Dur(ms): 6.0 ± 2.2

Eptesicus fuscus tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA, Martinica y Campus CAD.

Lasiurus cinereus (Palisot de Beauvois, 1796).

Murciélago cola peluda canoso.



Sonograma tomado el 3/Marzo/2022, en Martinica.

Promedios del presente estudio Ortega *et. al.*, 2022

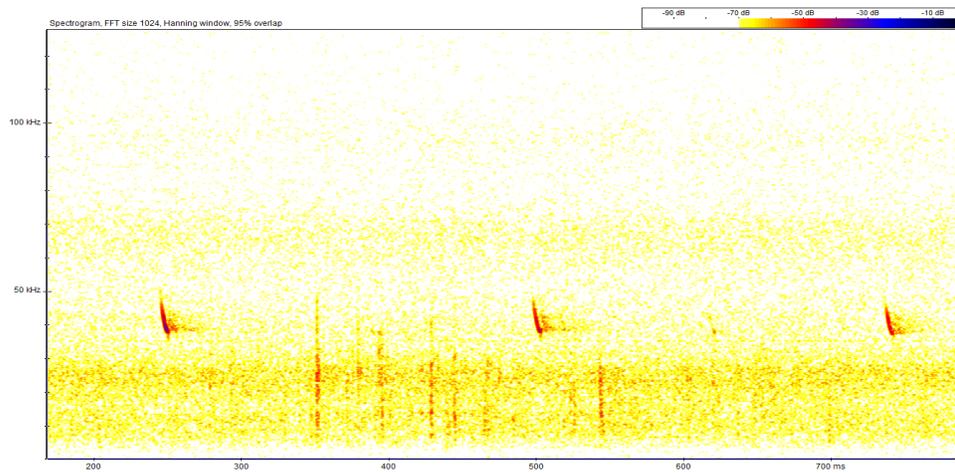
Fmax(kHz): 47.61 ± 3.02 Fmax(kHz): 57.2 ± 7.9

Fmin(kHz): 30.5 ± 0.96 Fmin(kHz): 26.8 ± 4.4

Dur(ms): 4.5 ± 0.61 Dur(ms): 4.2 ± 1.4

Lasiurus cinereus tuvo presencia en el AVU Martinica.

Myotis sp 1



Sonograma tomado el 10/Mayo/2021, en AVU Martinica.

Promedios del presente estudio

Fmax(kHz): 42.95 ± 3.83

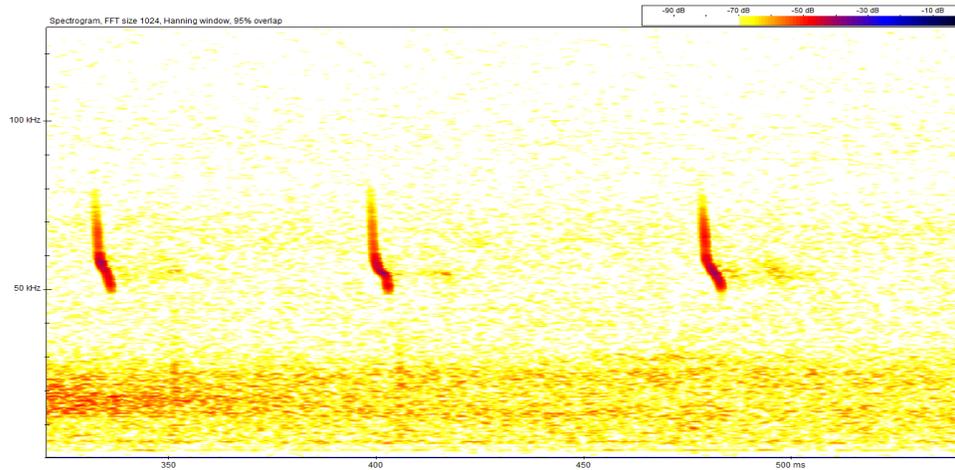
Fmin(kHz): 38.7 ± 2.48

Dur (ms): 6.75 ± 2.18

Int (ms): 108 ms

Myotis sp 1 tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA y Martinica.

Myotis sp 2



Sonograma tomado el 13/Mayo/2021, en AVU FJC/HAYA.

Promedios del presente estudio

Fmax(kHz): 57.09 ± 3.06

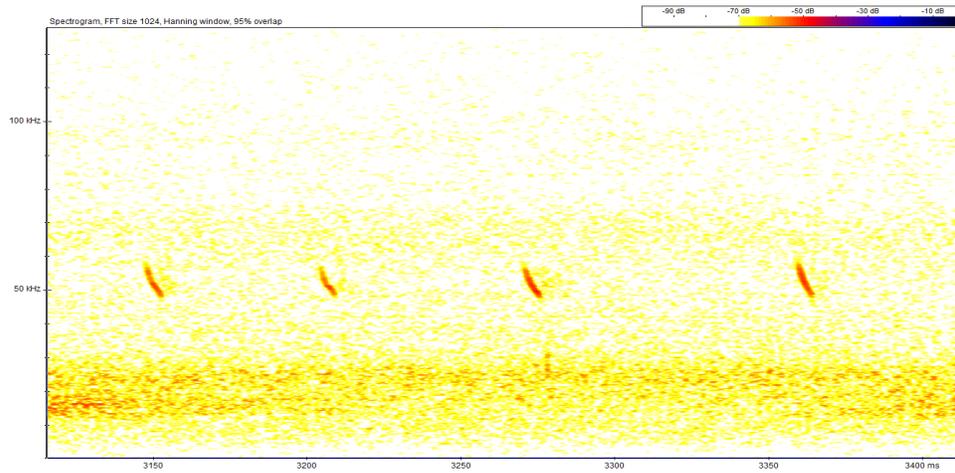
Fmin(kHz): 53.14 ± 2.92

Dur (ms): 4.52 ± 2.38

Int (ms): 73.75

Myotis sp 2 tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA y Campus CAD.

Myotis sp 3



Sonograma 6 tomado el 16/Junio/2021, en AVU Martinica.

Promedios del presente estudio

Fmax(kHz): 51.1 ± 0.76

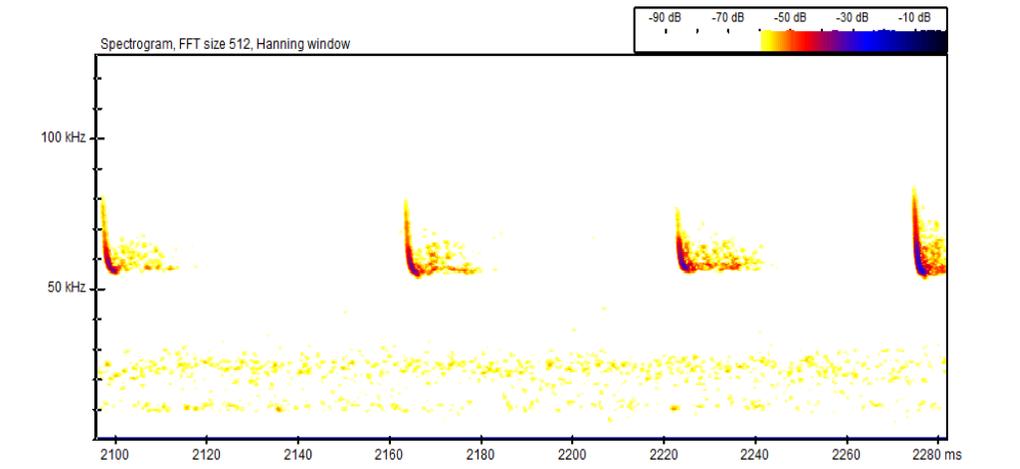
Fmin(kHz): 47.7 ± 0.65

Dur (ms): 8.2 ± 1.78

Int (ms): 114.2

Sonotipo 6 tuvo presencia en el AVU Martinica.

Myotis sp 4



Sonograma 7 tomado el 16/Junio/2021, en Martinica.

Promedios del presente estudio

Fmax(kHz): 54.2

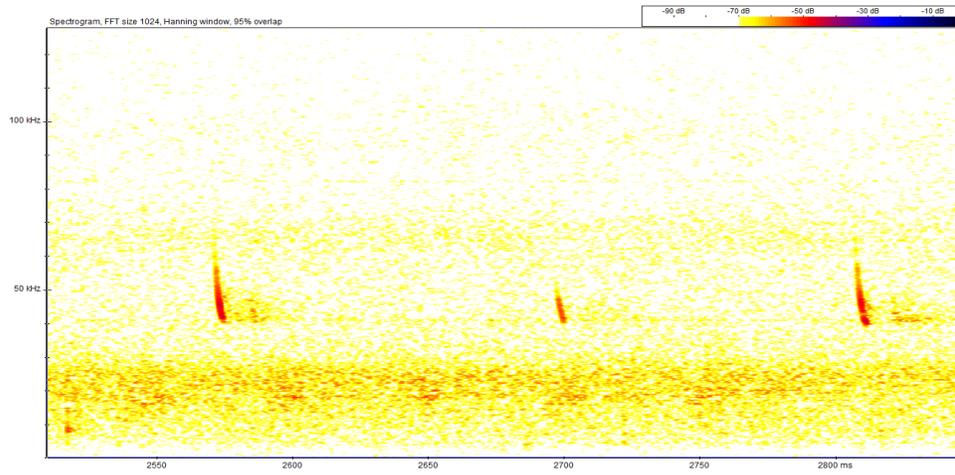
Fmin(kHz): 50.9

Dur (ms): 11

Int (ms): 186

Sonotipo 7 tuvo presencia en el AVU Martinica.

Myotis sp 5



Sonograma 3 tomado el 14/Mayo/2021, en AVU FJC/HAYA.

Promedios del presente estudio

Fmax(kHz): 46

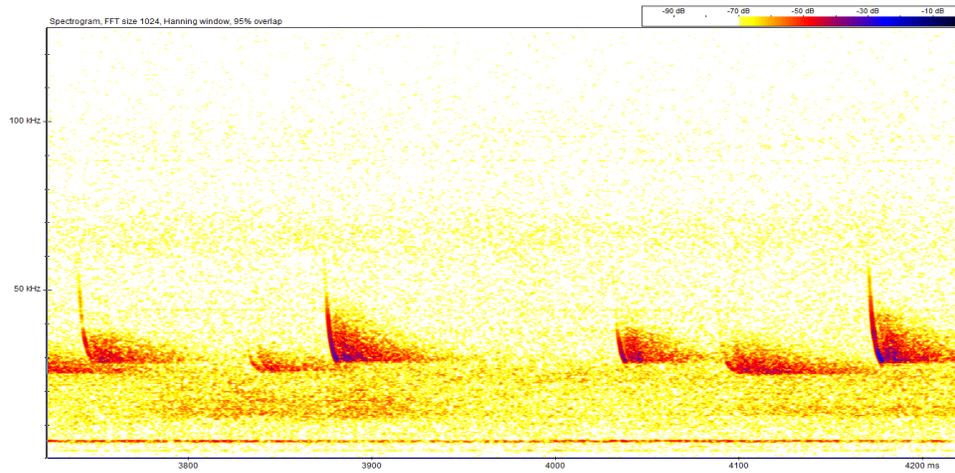
Fmin(kHz): 39.7

Dur (ms): 10

Int (ms): 110

Sonotipo 3 tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA.

Vespertilionidae sp1



Sonograma 5 tomado el 15/Junio/2021, en AVU FJC/HAYA.

Promedios del presente estudio

Fmax(kHz): 30.8

Fmin(kHz): 27.3

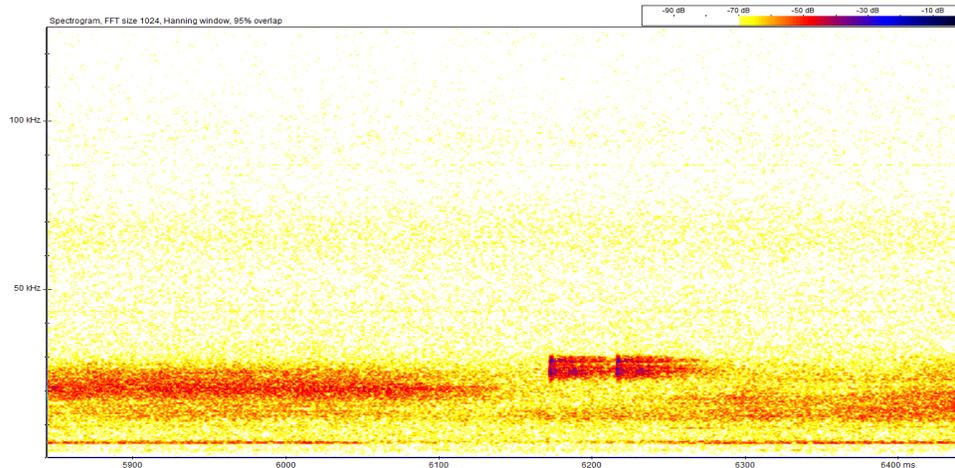
Dur (ms): 17

Int (ms): 137

Sonotipo 5 tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA.

MORFOTIPOS

MORFOTIPO 1



Sonograma 4 tomado el 14/Junio/2021, en AVU Parque Natura.

Promedios del presente estudio

Fmax(kHz): 30.21 ± 3.03

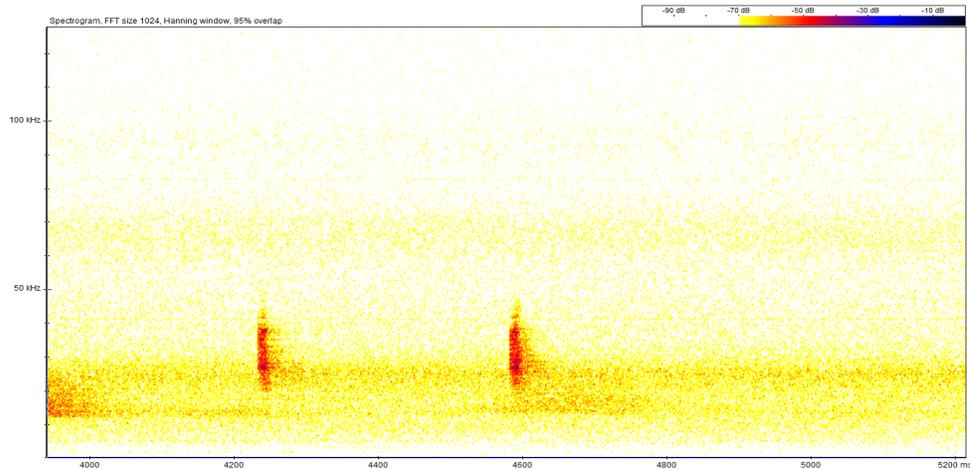
Fmin(kHz): 24.86 ± 3.98

Dur (ms): 7.1 ± 4.14

Int (ms): 173

Sonotipo 4 tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA, Martinica, Parque Natura y Campus CAD.

MORFOTIPO 2



Sonograma 8 tomado el 3/Julio/2021, en AVU Campus CAD.

Promedios del presente estudio

Fmax(kHz): 29.19 ± 1.62

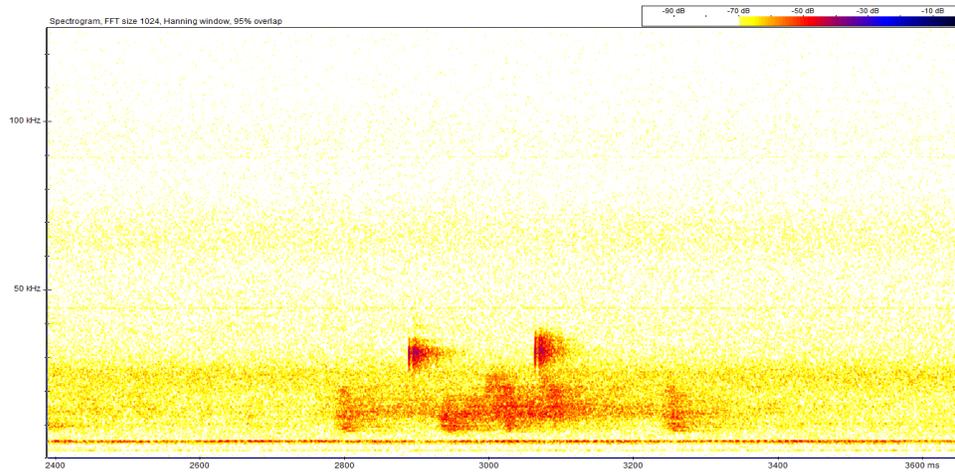
Fmin(kHz): 26.06 ± 1.44

Dur (ms): 18.6 ± 7.92

Int (ms):

Sonotipo 8 tuvo presencia en el AVU Campus CAD.

MORFOTIPO 3



Sonograma 9 tomado el 15/Junio/2021, en FJC/HAYA.

Promedios del presente estudio

Fmax(kHz): 37.7 ± 2.88

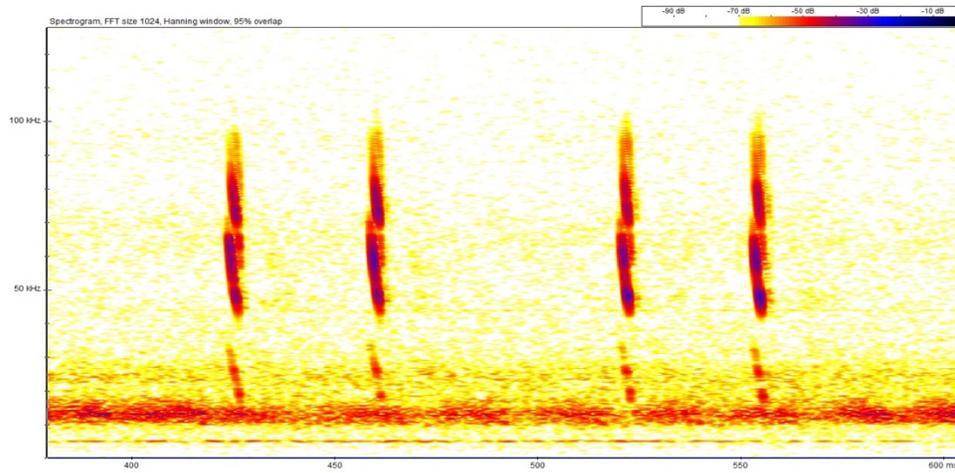
Fmin(kHz): 28.53 ± 5.76

Dur (ms): 7 ± 3.22

Int (ms): 176

Sonotipo 9 tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA y Parque Natura.

MORFOTIPO 4



Sonograma tomado el 16/Junio/2021, en AVU Martinica.

Promedios del presente estudio

Fmax(kHz): 58.8 ± 2.40

Fmin(kHz): 55.2 ± 1.48

Dur (ms): 2.7 ± 0.28

Int (ms):

Sonotipo 1 tuvo presencia en el AVU FJC/HAYA y Campus CAD.