



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Efecto del ruido antropogénico en los patrones de actividad de la familia Mormoopidae.**

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I O L O G O**

**P R E S E N T A:**

**MIGUEL ANGEL CARREÑO CONTRERAS**

**DIRECTORA DE TESIS**

Dra. Areli Rizo Aguilar.

**CUERNAVACA, MORELOS**

**JUNIO, 2023**

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	3
RESUMEN .....	4
INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	2
2.2 Urbanización.....	2
2.3 Efectos del ruido antropogénico en fauna silvestre.....	5
2.4 Murciélagos en ambientes urbanos.....	6
2.5 Sistema de ecolocación .....	7
2.5. Trabajos realizados con la familia Mormoopidae .....	8
3. JUSTIFICACIÓN .....	11
4. OBJETIVOS .....	11
4.1. Objetivo general.....	11
4.2. Objetivos particulares .....	11
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
5.1. ÁREA DE ESTUDIO .....	11
5.1.1Cuernavaca.....	12
5.1.2 Zacatepec de Hidalgo .....	13
5.1.3 Parque Estatal El Texcal.....	14
5.2. Muestreo acústico.....	15
5.3. Análisis de las Grabaciones .....	17
5.4 Análisis de datos .....	17
6. RESULTADOS.....	17
6.1. Análisis de las grabaciones .....	17
6.2 Resultados conteo de pulsos de búsqueda y secuencias de captura .....	18
6.3 Análisis estadísticos .....	20
7. DISCUSIÓN.....	26
8. CONCLUSIÓN .....	27
9. LITERATURA CITADA .....	29

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar deseo expresar mi agradecimiento a mi directora de tesis la Dr. Areli Rizo Aguilar, por la dedicación y apoyo que me ha brindado para realizar este proyecto, por sus sugerencias e ideas, la dirección y el rigor que ha facilitado a el proyecto. Gracias por la confianza y amistad ofrecida desde que llegue a laborar con su equipo de trabajo.

Asimismo agradezco a mis compañeros de la facultad de biología por su apoyo personal y humano en especial a Sofía Espinal Nájera y Monserrat Sosa de Jesús, Quienes siempre estuvieron apoyándome durante este proceso dando apoyo moral y profesional necesario en los momentos difíciles de este trabajo.

Pero un trabajo de investigación es también fruto del conocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos estiman, sin el cual no tendríamos la fuerza y energía que nos anima a crecer como personas y como profesionales.

Gracias a mi familia a mis padres y a mis hermanas, porque ellos siempre han sido el pilar para mantenerme de pie en momentos difíciles, por enseñarme a luchar por lo que quiero y sobre todo por la inspiración que me han generado al mostrarme que todo se puede lograr con esfuerzo.

Por ultimo agradecer a mis amigos de toda la vida quienes siempre me han apoyado para seguir adelante en los momentos más difíciles en especial gracias a Erika Monserrat Bernabé Robles quien considero mi mejor amiga y quien siempre me apoya para seguir mis metas.

A todos, muchas gracias.

## RESUMEN

El proceso de urbanización involucra cambios en la vegetación natural y en la estructura del hábitat, afectando la cantidad y calidad del alimento disponible para la fauna, es considerado amenaza a la biodiversidad, trae consigo una variedad de contaminantes, como el ruido antropogénico. En el presente estudio analizamos el efecto del ruido antropogénico en la actividad de 3 especies de murciélagos insectívoros aéreos de la familia Mormoopidae (*Pteronotus parnellii*, *P. davyi* y *Mormoops megalophylla*). Se realizaron transectos de grabación de ultrasonidos en tres localidades del estado de Morelos con diferentes grados de urbanización, las ciudades de Cuernavaca y Zacatepec, y el Área Natural Protegida estatal El Texcal. Las grabaciones se realizaron 1 vez al mes en cada sitio, usando el detector Echo Meter 3 (Wildlife Acoustic) y se analizaron en el Software BatSound 4.2. (Pettersson Elektronik). Se obtuvieron en total 6,069 minutos de grabación, donde se registraron 55,576 pulsos de búsqueda y 977 secuencias de captura, siendo Zacatepec, con urbanización intermedia, el sitio con mayor actividad con un total de 46,904 pulsos de búsqueda y 795 secuencias de captura. Un análisis de varianza realizado en el programa Statistic (Statsoft) para comparar la actividad de las tres especies entre las tres localidades, mostró que no hubo diferencias significativas. Sin embargo, al comparar los números entre los pulsos de búsqueda y las secuencias de captura es notable que los murciélagos de esta familia están esforzándose para conseguir su alimento, lo que apoya la hipótesis de Luo (2015), que los murciélagos en ambientes antropizados suelen tener un mayor esfuerzo de búsqueda para alimentarse.

## INTRODUCCIÓN

El concepto de urbanización según INEGI es un proceso de transformación de una localidad o conjunto de localidades rurales, mediante la construcción de infraestructura de servicios (drenaje, agua potable, electrificación, pavimentación, transporte, etc.), este proceso se debe a la influencia cercana de algunas ciudades (INEGI 2015). Este proceso también es uno de los principales factores de origen antropogénico que ha causado la reducción de la superficie que ocupan diferentes hábitats naturales alrededor del mundo, por lo tanto, es considerada como una amenaza para la biodiversidad (Czech y Krausman 1997). En la actualidad, más de la mitad de la población humana a nivel mundial se concentra en zonas urbanas (Grimm et al. 2008), dicho fenómeno sigue en crecimiento ya que en un reporte emitido por las Naciones Unidas (ONU 2008), nos dice que se espera que las superficies urbanizadas incrementen considerablemente a lo largo de las siguientes décadas.

En un estudio realizado por MacGregor-Fors y Ortega-Alvares en 2013 se demostró cómo es que el fenómeno de la urbanización ha ido en crecimiento constante y como ha cambiado los diferentes tipos de hábitats de América Latina, ya que a partir de la década de los ochenta (1980), se registró un porcentaje mayor a 60% de la población humana de América Latina era urbana (Montgomery 2008) y esto llevo a crear grandes modificaciones del ambiente.

Uno de los principales contaminantes, del cual no se habla mucho, considerado un efecto secundario de la urbanización es la contaminación acústica, de la cual se ha subestimado el impacto que tiene sobre los ecosistemas (R. Buxton). Ya que esta afecta la distribución y el comportamiento de algunas especies, reduce la capacidad de los animales de escuchar a sus depredadores y también provoca interferencia en su apareamiento esto debido a que gran parte de las especies necesita realizar un cortejo antes del acto sexual y en muchas de ellas está involucrado el realizar algún tipo de sonido para atraer a sus parejas. Sin embargo, estudios han demostrado cómo los animales pueden adaptarse al aumento de los niveles de ruido al hacer uso de otros sentidos como lo es la vista, el tacto, y el olfato. (Halfwerk y Gomes et al, 2016).

El orden Chiroptera conocidos comúnmente como murciélagos son mamíferos placentarios cuyas extremidades superiores se desarrollaron como alas, además desarrollaron un sistema de orientación muy eficiente conocido como ecolocalización (Tudge et al, 2000). Este orden es el segundo más diverso de los mamíferos en el mundo sólo por debajo de los roedores (Wilson et al 2005, Medellín, 2007). En la actualidad se han descrito más de 1300 especies (Sánchez et al., 2015; Voigt y Kingston, 2016) En

México, se han reportado 138 especies de murciélagos, lo cual representa el 12.42 % del total de especies a nivel mundial. (Zárate-Martínez et al. 2012), para Morelos se han registrado 54 especies.

En Morelos se han realizado estudios en ambientes urbanizados, tal es el caso de la ciudad de Cuernavaca y Zacatepec, donde se han encontrado una riqueza importante que representa el 37.03% del estado. Por lo que es importante estudiar los efectos de la contaminación acústica en la fauna que se ha adaptado a estos ambientes transformados.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.2 Urbanización**

En México se reconocen tres etapas de urbanización acontecidas a lo largo del siglo XX y principios del siglo XXI. Durante la primera etapa, denominada “moderada-baja” (1900-1940), México se caracterizaba por ser un país mayormente rural, donde la población que habitaba fuera de las ciudades constituía un porcentaje mayor al 89%. Posteriormente, entre 1940 y 1980 la dinámica de urbanización cambió a un estado “acelerado-medio”, en el que numerosos centros urbanos hicieron su aparición, y aquellos preexistentes crecieron de forma vertiginosa (Garza 2007). De esta manera, la población urbana nacional incrementó considerablemente, a tal grado que a partir de 1980 era ya mayor que la rural (Garza 2010). Finalmente, entre 1980 y 2000, el país se consolidó como urbano debido a las altas tasas de migración del campo hacia la ciudad como producto de la inestabilidad económica imperante a lo largo de dicho periodo, misma que no impactó el desarrollo urbano pero sí a las condiciones de vida de la población urbana mexicana (Garza 2007).

Un claro ejemplo este proceso es la ciudad de México ya que según los estudios esta ciudad es considerada como una gran metrópolis esto quiere decir que su población supera los 10 millones de habitantes colocándola en el 3° lugar mundial de estas grandes metrópolis (UN2008) lo cual ha afectado directamente al antiguo lago de Texcoco así como a su flora y fauna ya que este ha sido cubierto por las grandes construcciones de la ciudad las cuales van en incremento debido a la necesidad de cubrir las necesidades de la población además de que los planes de manejo y desarrollo urbano en México han

sido insuficientes, inadecuados o, en el peor de los casos, inexistentes (Macgregor-Fors y Ortega-Alvares, 2013.) para la protección y conservación de hábitats

Físicamente no existe distinción entre el sonido y el ruido ya que los dos son una forma de energía mecánica que se propaga en forma de ondas longitudinales y produce una sensación auditiva al causar cambios en la presión, por ejemplo, del aire (Romo y Gomez, 2011). Se pueden encontrar varias definiciones de ruido esto en función de si corresponde a un punto de vista físico, jurídico o social. Pero en resumen se puede considerar que se trata de un sonido no deseado o molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos en un receptor o en un conjunto de ellos. Sin embargo el ruido antropogénico o ambiental legalmente, se refiere al sonido exterior no deseado o nocivo generado por actividades humanas. El cual se pueden medir en decibelios (dB) y el Instrumento que se utiliza para medir el ruido es el sonómetro. El Indicador más fácil para medir el ruido ambiental es el nivel de presión sonora (NPS) expresado en dB y corregido por el filtro de ponderación (A), que permite que el sonómetro perciba las frecuencias (Hz) de manera similar a como los escucha el oído humano (NPS dB(A)). Se sabe que el daño acústico es proporcional tanto a la Intensidad del sonido como al tiempo de exposición (Merchan-Iglesias, 2014).

Existen diferentes fuentes de ruido (figura 1) y pueden radiar su energía de diferentes maneras una de ellas es en una dirección preferente del espacio y se les conoce como fuentes de ruido direccionales, también pueden ir en todas direcciones las cuales se conocen como omnidireccionales (Merchan-Iglesias, 2014). Además, se han separado a las diferentes fuentes de ruido antropogénico clasificándolas en fuentes de ruido Móviles las cuales involucran a todos los medios de transporte, estáticas las cuales están asociadas a todas las actividades industriales y esporádicas las cuales son causadas por actividades humanas como conciertos al aire libre, ruidos de animales domésticos, etc (Herman y Faudez, 1979) en la siguiente imagen se puede ver los diferentes grados en decibelios que emiten estas fuentes de ruido.



Fig. 1 Comparación de diferentes fuentes de ruido y la intensidad de ruido que produce, medido en dB. Tomada de Rubio-Infante, 2015.

De las fuentes de ruido urbano, los vehículos motorizados son responsables de aproximadamente el 70% del ruido presente en las ciudades, y de él, el mayor aporte lo representan los vehículos de mayor tamaño, entre ellos la locomoción colectiva, además, estudios realizados por Velasco- Sanchez en 2014 en España nos dicen que los vehículos más ruidos pueden emitir hasta más de 90db estos también son asociados a fuentes de ruido lineal y homogéneas. Sin embargo, en campo abierto las condiciones de propagación se ven alteradas por factores como la temperatura, la humedad relativa y dirección del viento, así como otros factores como el tipo de suelo o sobre todo la existencia de obstáculos que pueda causar efectos de absorción, reflexión etc. Que influya en sus niveles de atenuación. Estas fuentes de ruido se consideran de tipo móvil así también como los aviones, trenes, etc.

Otra fuente de ruido es la que se genera por actividades industriales sin embargo el ruido producido por estas es muy variado ya que depende demasiado de a qué tipo de industrias nos dirijamos así como los tipos de construcciones de infraestructura o edificaciones sin embargo el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en desarrollo del Real Decreto 488/97, recomienda que el nivel de ruido no debería superar los 55 dB aunque También se deben de tener en cuenta los ruidos impulsivos existentes en la industria, ya que muchas veces pueden resultar más peligrosos. Estos ruidos se caracterizan por presentar unas elevaciones de más de 40 dB. En menos de 500 milisegundos, pueden ser habituales niveles que superan los 140 dB es por eso que en este caso es muy difícil de realizar estudios acerca

del impacto que tiene este ruido sobre el ambiente sin embargo sigue siendo una fuente de ruido que está creciendo de forma exponencial junto con la urbanización.

Por último, las fuentes de ruido esporádicas son todas aquellas que pueden generar molestia por periodos cortos de tiempo y que pueden no tener un impacto tan significativo sobre el medio como las otras dos fuentes de ruido mencionadas anteriormente.

### **2.3 Efectos del ruido antropogénico en fauna silvestre**

El estudio de los efectos del ruido antropogénico sobre la fauna terrestre es un área relativamente nueva de estudio y se sabe poco sobre la relación entre niveles de ruido y las molestias reales sobre la fauna silvestre (Coffin, 2007; Leblon et al, 2013) sobre todo debido a la complejidad de vincular parámetros relevantes para la fauna y la exposición al ruido a escala de paisaje (Fahrig, 2003; Coffin, 2007). Sin embargo se ha comprobado que la exposición al ruido puede causar estrés fisiológico en numerosas especies animales (Crino et al,2013; Farina, 2014) y que el incremento de niveles de estrés durante largos periodos de tiempo puede reducir su capacidad para hacer frente a nuevas amenazas o desafíos que a su vez, podrían acarrear consecuencias negativas a nivel de población (Wingfield y Sapolsky,2003) pero algunos estudios han demostrado que la mayoría de los depredadores evitan las zonas ruidosas. (Francis C.D et all 2009, Siemers, B. M. y Schaub 2011,) esto probablemente a que el ruido perjudica la capacidad de los depredadores para localizar presas esto nos puede indicar en como el ruido afecta directamente a algunas especies, Sin embargo, no todas las especies responden de la misma manera al ruido antropogénico.

Un estudio realizado por Luo y colaboradores en 2015 demuestra que el ruido antropogénico puede afectar el éxito en el forrajeo de algunos murciélagos, además se plantea una hipótesis la cual nos dice que el ruido antropogénico puede generar diversas reacciones en los murciélagos como puede ser el enmascaramiento acústico en el cual el ruido de superposición espectral disminuye la eficiencia de búsqueda y aumenta el esfuerzo de búsqueda requerido para un evento exitoso, también propone que el ruido antropogénico puede generar atención reducida en la cual el ruido aumenta el esfuerzo de búsqueda para un evento exitoso y por último se propone que los murciélagos pueden evitar zonas ruidosas, estas tres consecuencias nos lleva a la conclusión de que el ruido antropogénico disminuye la eficiencia de forrajeo.

En 2007 en Puerto Rico se desarrolló un plan estratégico para el estudio del ruido ambiental y la fauna desarrollado por la junta de calidad ambiental, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y el Fideicomiso de Conservación el cual propone fomentar los estudios del efecto que tiene el ruido en fauna silvestre en lugares urbanizados y en áreas naturales, así como realizar investigaciones en el efecto que tiene el ruido en el comportamiento de especies nativas en las cuales cabe destacar se encuentran dos especies de murciélagos (*Stenoderma rufum*, *Erophylla sezekorni*).

Otro trabajo a destacar es el realizado por Bunkley et. *all.* (2014) en el cual se realizó un estudio en Nuevo México, se propuso determinar si el ruido causado en 25 pozos que contenían compresores de gas afectaba a la actividad de los murciélagos, para realizar este estudio se tomó en cuenta un punto de control el cual eran 25 pozos sin compresores de gas y para llevar acabo el muestreo se utilizó Wildlife Acoustic SM2 o SM2BAT + Bat Detectors con SMX-US omnidireccional, micrófonos ultrasónicos es decir que permiten percibir sonidos de alta frecuencia inaudibles para el oído humano. Y al comparar los niveles de actividad de algunas de las diferentes especies de murciélagos notaron que los sonidos producidos por los compresores solo afectaban a las especies de murciélagos que presentaban sonidos menores a los 35 KHz. Esto debido a que el ruido de los compresores se puede mezclar en estas frecuencias. Con esto se llegó a la conclusión de que el ruido afecta los niveles de actividad de diferentes conjuntos de murciélagos (Bunkley, et. *al* 2014)

Otro estudio realizado con respecto a este tema fue el de Clinton D. Francis en 2012 el cual nos habla de cómo la contaminación acústica puede alterar los servicios ecológicos como la polinización y dispersión de semillas principalmente por medio de aves en el cual nos dice que las aves más grandes con vocalizaciones de menor frecuencia son más sensibles al ruido que las especies más pequeñas con vocalizaciones de mayor frecuencia, además en este estudio se pudo notar que algunas zonas ruidosas pueden representar refugios de depredadores y competidores clave que normalmente evitan zonas ruidosas.

#### **2.4 Murciélagos en ambientes urbanos**

Si bien algunas especies de vertebrados voladores obtienen una ventaja de la fragmentación del hábitat por el hecho de que pueden desplazarse fácilmente entre los parches de vegetación (Gilbert, 1989; Jung y Kalko, 2011), la riqueza de especies de murciélagos insectívoros se ve afectada con un alto grado de urbanización (Ávila-Flores y Fenton, 2005; Threlfall et al, 2011, 2012). Debido a esto se han generado

estudios de la presencia de murciélagos insectívoros en ambientes urbanos ya que estos presentan un importante servicio ambiental, como reguladores de las poblaciones de insectos (Medellín et al, 2007).

Pocos son los estudios realizados sobre los aspectos ecológicos de los murciélagos en ambientes urbanos sin embargo en México podemos encontrar el trabajo de Tico-Valdez (2012). Realizado en Durango, Durango en el cual se propone que los refugios urbanos pueden proporcionar áreas importantes para las poblaciones de murciélagos locales y migratorios.

Otros trabajos realizados con respecto a los Murciélagos en áreas de urbanización son los de Lara- Núñez en 2015 y Zavala -Ramos en 2017 los cuales se encargaron de identificar y aportarnos las especies de Murciélagos que se encuentran en regiones con un nivel alto de urbanización y como es que estas especies se están acostumbrado a este tipo de lugares cambiando los refugios naturales por refugios urbanos. Estos estudios se realizaron en la Ciudad de Cuernavaca y la ciudad de Zacatepec de Hidalgo que se encuentran dentro del Estado de Morelos.

## **2.5 Sistema de ecolocación**

La ecolocación es un sistema desarrollado en los murciélagos el cual, consiste en la emisión de sonidos de alta frecuencia por medio de la boca o faringe los cuales al rebotar con algún objeto vuelven al murciélago trayendo información sobre su entorno, esos pulsos pueden ir desde los 10 KHz hasta los 200 KHz llegando a ser inaudibles para el oído humano (Brighman et al. 2004). Los pulsos de ecolocalización pueden ser de frecuencia modulada (FM) o de frecuencia constante (FC). Los pulsos FM tienen cambios de frecuencia en la estructura de la señal, son de banda ancha y por lo general de corta duración (2-5 milisegundos), se utilizan para la localización de un objetivo, en este caso su alimento (Schnitzler y Kalko, 1998). En los pulsos de FC, la señal no presenta cambios de frecuencia, además suelen ser más largos (10-50 ms) y son utilizados para la detección, gracias a esto algunas especies de murciélagos utilizan una combinación de estos componentes (Altringam, 1996; Schnitzler y Kalko, 1998, 2001). Cabe señalar que cada especie de murciélagos tienen características específicas al emitir estos pulsos lo que ha llevado a ser usados para la identificación de especies (Orozco-Lugo et al. 2013).

Los pulsos pueden ser representados de manera gráfica (sonogramas) y analizados por medio de varios programas de computadora uno de estos programas es el BatSound, y medir variables de frecuencia, tiempo y energía.

Dentro de los pulsos que emiten los murciélagos ahí una fase de alimentación conocida como “buzz” y ocurre cuando el murciélago detecta una presa por lo que los pulsos de navegación se emiten de una forma más rápida y continua (Lison,2011). Los pulsos de búsqueda suelen ser utilizados para la identificación de especies debido a que estos son más estables ya que no hay un cambio significativo en su frecuencia y su intervalo suele ser mayor, mientras que los pulsos de búsqueda sufren un cambio drástico en las frecuencias y sus intervalos son mucho menores. (Fig 2)



Figura 2. Pulsos de búsqueda y secuencias de captura de la especie *Mormoops megalophyla*.

Los pulsos de la familia Mormoopidae son relativamente sencillos de identificar debido a la estructura característica de los mismos, a diferencia de las especies de las familias Vespertilionidae y Molossidae.

## 2.5. Trabajos realizados con la familia Mormoopidae

La familia Mormoopidae está integrada por los comúnmente denominados murciélagos bigotudos, de espalda desnuda y los de rostro de fantasma, Conformada por murciélagos insectívoros aéreos los cuales presentan un uropatagio ancho y no presentan hoja nasal, poseen labios gruesos con uno o más pliegues horizontales de piel debajo del labio inferior con la boca rodeada en la parte superior por una especie de bigote de pelos gruesos, la cola se proyecta por encima del uropatagio. En algunas especies las membranas alares se fusionan con el dorso, lo que da la apariencia de una espalda desnuda. Las alas son largas y estrechas, propias de murciélagos de vuelo rápido; algunas especies pueden desarrollar velocidades de entre 11 y 19.6 km/h. Generalmente perchan en grandes colonias, en cuevas oscuras,

calurosas y húmedas, donde varias especies de esta familia pueden llegar a varias decenas de miles en un mismo sitio. Su tipo de forrajeo es cerca de las copas de los árboles.

Estos murciélagos se caracterizan por tener pulsos de ecolocación muy distintivos, son especies crepusculares, estas se pueden encontrar desde el nivel del mar hasta los 2200 m de altitud (Reid, 1997), algunas especies de esta familia como lo con *P. personatus*, *P. parnellii*, *P. gymnonotus* y *P. davyi* están clasificado por la IUCN como de Preocupación Menor (LC), debido a su amplia distribución, que se estima tienen altas poblaciones, esta familia es endémica del trópico del continente americano con dos géneros, cuatro subgéneros y ocho especies (Alvares-Castañeda y J.L. Patton, 1999), de las cuales para el Estado de Morelos se han registrado 4 especies, *Mormoops megalophylla*, *Pteronotus davyi*, *Pteronotus parnellii* y *Pteronotus personatus*.

En base a investigaciones realizadas en México y en Centro América aún no existen trabajos relacionados con el efecto del ruido antropogénico en el comportamiento de la familia Mormoopidae. Por ello tomamos en cuenta otro tipo de trabajos que se han realizado con esta familia para conocer acerca de ella y su comportamiento.

A.J Montes et.al. (2012)- realizaron el estudio distribucional en Colombia de la especie *Pteronotus personatus* el cual nos ayuda a comprender el tipo de ambiente que necesita esta especie para su distribución.

Otro de los estudios de la familia Mormoopidae se llevó a cabo en Centro América por D.J. Mejía-Quintanilla (2017) en el cual se encarga de analizar la distribución y el estado de conservación de esta familia junto con otras especies de Murciélagos en Centroamérica en este trabajo se realizó un muestreo acústico en cuatro partes distintas de Honduras. Estos datos fueron comparados con los gremios para ver potenciales impactos. El estatus de conservación fue obtenido a través del “Método de Evaluación de Riesgo de Extinción”. Este método evalúa cuatro criterios: distribución, estado del hábitat, vulnerabilidad intrínseca e impactos humanos.

En los resultados ellos muestran que las especies con un alto potencial impacto por la disminución de la cobertura boscosa son, *Pteronotus mesoamericanus* y *Pteronotus personatus*. Porque estas especies necesitan bosque para cazar su comida, y las especies con menor área protegidas fueron aquellas especies asociadas al bosque seco y de pino. El estatus de conservación muestra solo a una especie de

la familia Mormopidae con categoría de “protección especial” esta fue *Mormoops megalophylla*, porque esta especie necesita cuevas cálidas, y estas cuevas son raras en Honduras. En este trabajo se llegó a la conclusión de que se necesita tomar precauciones para la conservación de los bosques de esta región y de todas en general ya que la presencia humana a afectado a la distribución de estas especies de murciélagos.

Uno de los trabajos realizados con esta familia en México son el de E. Clarke-Crespo (2008) en el municipio de Apazapan, Veracruz el cual se seleccionaron tres especies: *Mormoops megalophylla*, *Pteronotus davi* y *Pteronotus personatus* en los cuales se identificó las especies de helmintos que poseen estos murciélagos y se calcularon los valores de infección para cada especie de helminto esto sirvió para intentar evidenciar el posible efecto negativo que los parásitos ejercen sobre los hospederos en este caso los murciélagos de la familia Mormoopidae.

Otros trabajos que involucran a esta familia son los realizados por Lara-Nuñez (2015) el cual tenía como objetivo el medir y comparar la actividad que tiene el ensamble de murciélagos insectívoros aéreos en espacios urbanos contrastantes de la ciudad de Cuernavaca y en el cual se pudieron obtener grabaciones de distintas especies de murciélagos entre ellos especies pertenecientes a esta familia. Otro trabajo fue el que realizó Zavala-Ramos (2017) el cual constaba en conocer la riqueza de especies y la actividad de los murciélagos insectívoros aéreos en el paisaje urbano de Zacatepec. Otro trabajo se realizó por Gonzalez-Zariñana (2018) y constaba en estimar la riqueza de especies de murciélagos insectívoros en el Área Natural Protegida El Texcal todos dentro del estado de Morelos s en los cuales se registraron 3 especies de las 4 presentes en el estado de Morelos pertenecientes a la familia Mormoopidae como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Especies de la familia Mormoopidae registradas en las 3 localidades de estudio

<b>Mormoopidae</b>	<b>Cuernavaca</b>	<b>Zacatepec</b>	<b>El Texcal</b>
<i>Mormoops magalophylla</i>	X	X	X
<i>Pteronotus davyi</i>	X	X	X
<i>Pteronotus parnellii</i>	O	X	O
<i>Pteronotus personatus</i>	O	O	O

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Estudios realizados anteriormente por Lara-Núñez en 2015 en la ciudad de Cuernavaca nos dicen que la especie de *Mormoops megalophylla* tiene una pequeña variación en la frecuencia de sus pulsos esto fue lo que atrajo nuestra atención para realizar el siguiente estudio e identificar si existe una variación en la actividad de esta especie y de las demás pertenecientes a la familia Mormoopidae para así comprender de qué manera se comportan estas especies dentro de lugares urbanizados y saber si estos les afectan de manera directa.

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1. Objetivo general**

- Identificar el efecto del ruido antropogénico en los pulsos de ecolocación de la familia Mormoopidae en tres diferentes sitios del estado de Morelos.

#### **4.2. Objetivos particulares**

- Contabilizar los pulsos de búsqueda y secuencia de captura de las diferentes especies de la familia Mormoopidae en los 3 sitios
- Realizar comparaciones de los índices de actividad de cada especie en los diferentes sitios.
- Identificar la Tasa de captura de cada especie por sitio.

### **5. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **5.1. ÁREA DE ESTUDIO**

Los muestreos se realizaron en tres lugares del estado de Morelos, con diferentes grados de urbanización (Cuernavaca, Zacatepec, Parque Estatal El Texcal). De acuerdo con INEGI se considera población urbana cuando el número de habitantes supera las 2,500 personas. Consideramos a la ciudad de Cuernavaca como el sitio de muestreo con más alto grado de urbanización ya que en esta ciudad y hasta 2015 se concentraban 366,320 habitantes, seguido de la ciudad de Zacatepec de Hidalgo con 36,159 habitantes y por último el parque estatal el Texcal el cual consideramos tiene un nivel mínimo de urbanización ya que aquí no reside ningún habitante.

### 5.1.1 Cuernavaca

La ciudad de Cuernavaca es la capital del Estado de Morelos y se encuentra en la parte noreste del estado colindando al norte con el municipio de Huitzilac, al sur con los municipios de Temixco y Xochitepec; con Huitzilac, Tepoztlán y Jiutepec al oriente; al poniente con el municipio de Temixco y el municipio de Ocuilan en el Estado de México.

El municipio se ubica en las siguientes coordenadas geográficas: al norte 19°02'; al sur 18°49' de latitud norte; al este 99°10'; al oeste 99°20' de longitud oeste y se encuentra a 1540 m s. n. m., (Figura 3). se localiza dentro de las regiones del Eje Neovolcánico, su superficie es de 200.4 km<sup>2</sup> lo cual representa el 4.9% del estado de Morelos. Dentro de este municipio también podemos encontrar la cuenca del Río grande de Amacuzac. 18 y 22°C, con lluvias en verano; con un porcentaje de lluvia invernal menor del 5% de la precipitación total anual. Este tipo climático se presenta en un 16% de la superficie estatal. (Contreras-MacBeath *et al* 2006) El norte de la zona se encuentra cubierto por bosques de tipo mesófilos de montaña, pino y encino, al extremo sur predomina el pastizal inducido asociado con condiciones secundarias de selva baja caducifolia.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2015, el municipio cuenta con una población de 366,321 habitantes, cifra que representa 20.5% de la población de la entidad y de acuerdo a las proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), para el año 2030 Cuernavaca tendrá 435,789 habitantes, (INEGI, 2015) lo cual se espera aumente el nivel de urbanismo en la ciudad y por lo tanto el nivel de contaminación lo que podría afectar de una forma significativa a la flora y fauna silvestre.

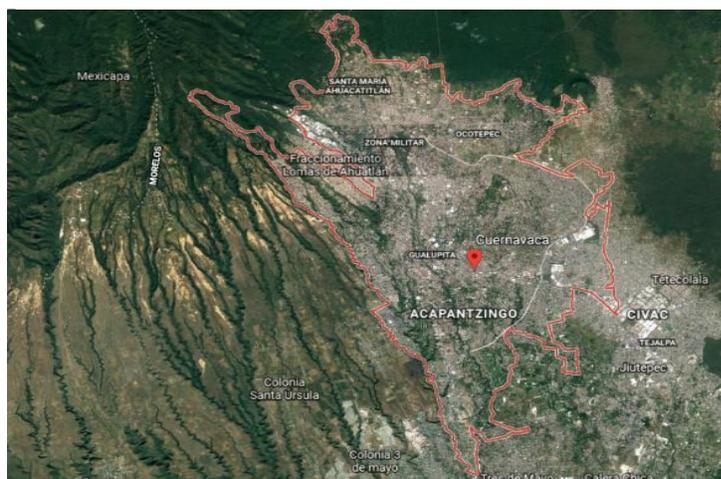


Figura.3 Municipio de Cuernavaca, Morelos. Tomada de Google Earth.

### 5.1.2 Zacatepec de Hidalgo

El municipio de Zacatepec se encuentra ubicado al poniente del estado de Morelos y tiene una extensión territorial de 28,531 Km<sup>2</sup>, que representa 0.5% de la extensión territorial del estado, este municipio colinda al norte con los municipios de Puente de Ixtla y Tlaltizapán, al sur con Jojutla, al este con Tlaltizapán y Jojutla y al oeste con Jojutla y Puente de Ixtla. Su ubicación geográfica es Latitud Norte de 18°41'08", al sur a 18°36'55", al este a una longitud de 99°10'37" y 99°14'28" al oeste (Figura 4) y se encuentra a 921m sobre el nivel del mar (Ceieg, 2015). El municipio se encuentra ubicado dentro de la su provincia de Sierras y Valles Guerrerenses además que dentro de él se encuentra la cuenca del río Apatlaco con una longitud de cause de 4.31km. En este municipio predomina el clima cálido subhúmedo.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2015, el municipio cuenta con una población de 36,159 habitantes, cifra que representa 2.0% de la población de la entidad y de acuerdo al Consejo Nacional de Poblaciones para el año 2030 Zacatepec tendrá 41,126 habitantes teniendo un nivel de incremento del 4% (Ceieg, 2015).

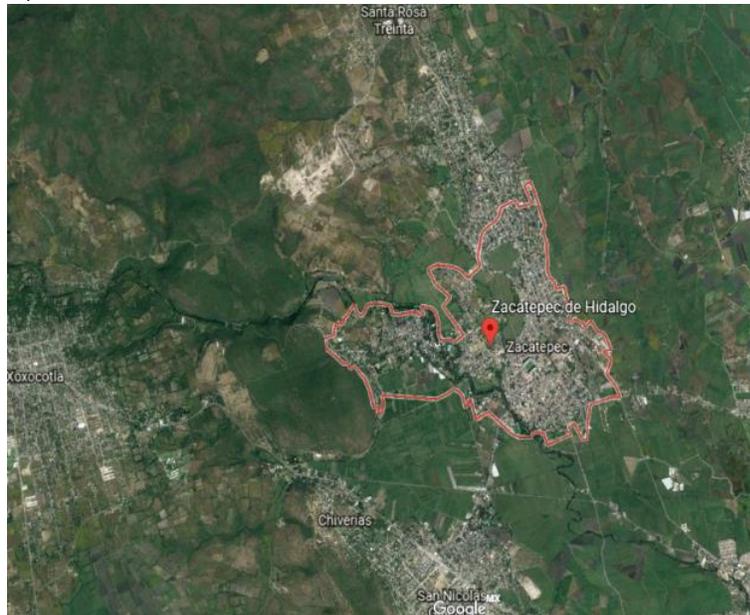


Figura 4 Zacatepec de Hidalgo. Tomada de Google earth

### 5.1.3 Parque Estatal El Texcal

El Texcal es un parque estatal que se encuentra en la comunidad de Tejalpa, municipio de Jiutepec en el Estado de Morelos (Figura 5) y es el último espacio forestal, con vegetación nativa bajo criterio de protección, el texcal también funge como un corredor biológico ya que permite el flujo genético de algunas especies a través de la comunicación directa con el Área Natural Protegida Parque Nacional El Tepozteco. (Secretaría de desarrollo Sustentable, 2018)

El Texcal está constituido por selva baja caducifolia y vegetación acuática, la temperatura medio anual que se presenta es de 20.8°C, el clima es semicálido, subhúmedo con lluvias en verano. Este parque además cuenta con especies con importancia para la conservación como la Carpita de Morelos, enunciada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y catalogada en la lista roja como especie amenazada y endémica de la Laguna de Hueyapan, Laguna designada como sitio RAMSAR en el Estado de Morelos desde el 2010.



Figura 5 Parque Estatal el Texcal. Tomada de Google earth y SDS, Morelos.

## **5.2. Muestreo acústico**

Estos muestreos fueron obtenidos por Lara-Núñez (2015) en la ciudad de Cuernavaca y la metodología que se siguió en este trabajo fue tomar nueve puntos de la ciudad de Cuernavaca Morelos con características urbanas contrastantes dividiéndolo en Parques urbanos, Zonas residenciales y Zonas con alta densidad de viviendas y en las cuales para cada sitio se establecieron recorridos aleatorios con puntos fijos realizando grabaciones que duraban dos horas iniciando a partir de la puesta del sol. Y de los cuales en este trabajo se decidió descartar los parques urbanos ya que estos tienen una menor perturbación así que para realizar el análisis de las grabaciones de este trabajo solo tomamos cinco puntos de los nueve que se muestrearon. (figura 6)

El siguiente trabajo del cual se obtuvieron las grabaciones fue el que realizó Zavala-Ramos (2017) en la ciudad de Zacatepec de Hidalgo y en el cual se siguió la siguiente metodología se tomaron nueve sitios en total dentro del municipio los cuales se dividieron en tres zonas esto dependiendo de la presencia de cuerpos de agua (fig1), posterior mente se realizaron grabaciones grabando tres días seguidos por mes grabando tres sitios por noche y se grabaron cuarenta y cinco minutos por sitio cada noche.

Por último, tomamos el trabajo realizado por Gonzalez-Zariñana (2018) en el cual se realizó un transecto dentro del Parque Estatal el Texcal con una longitud de 2.176 km(fig1) el cual se recorrió durante sesenta minutos a paso lento y constante lo cual se realizó dos noches por mes comenzando diez minutos antes de la puesta solar. En los tres trabajos se utilizó un detector “Echo Meter 3+ Wildlife Acoustics”

Las grabaciones obtenidas con el detector de ultrasonidos, fueron transformadas a formato WAV con el software Kaleidoscope 3.1.8 (Wildife Acoustics) para ser analizadas con ayuda del software Bat Sound 4.2.(Petterson Electronics).

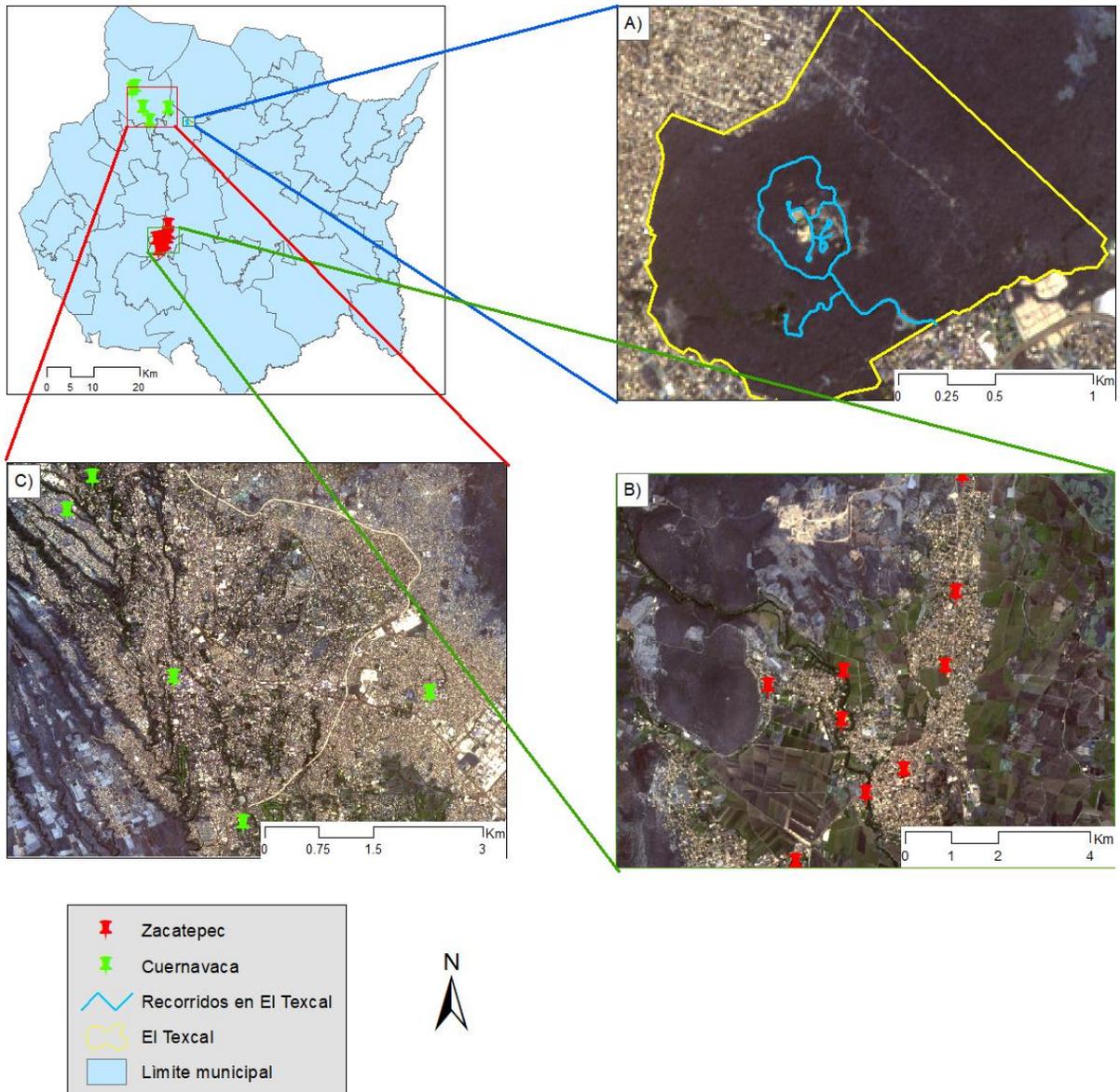


Figura 6 Ubicación de los sitios de muestreo en cada localidad. Mapa: Elaboración propia.

### **5.3. Análisis de las Grabaciones**

Mediante un análisis cualitativo, usando el programa Bat Sound 4.2.(Pettersen Electronics) se observaron los sonogramas y escucharon las grabaciones obtenidas, con la finalidad de discriminar los pulsos de las especies de la familia Mormoopidae. Y posteriormente se realizó un conteo de pulsos de búsqueda y de secuencias de captura de cada especie en cada sitio, para posteriormente estimar el índice de actividad.

### **5.4 Análisis de datos**

Una vez hecha la identificación y conteo de los pulsos se estimó el índice de actividad de la siguiente forma:

**Índice de actividad**= Número total de pulsos por cada mes en cada sitio / Número total de minutos analizados

A su vez se estimó también la Tasa de captura:

**Taza de captura**= Número de secuencias de captura / Numero de pulsos de búsqueda.

Posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con ayuda del software Statistica 7 (StatSoft, 1998) para conocer si existe variación en la actividad de estas especies en las diferentes localidades estudiadas.

## **6. RESULTADOS**

### **6.1. Análisis de las grabaciones**

Se realizó el conteo de los minutos por cada sitio de muestreo y en cada mes y se obtuvieron los siguientes resultados, para la ciudad de Cuernavaca se obtuvo un total de 818.55 minutos de muestreo efectivo, en esta localidad seleccionamos, los lugares de muestreo con mayor grado de urbanización: el Calvario, lomas de Ahuatlán, Ciudad Chapultepec, Palmira y Rancho Cortés. Para la ciudad de Zacatepec se obtuvo un total de 4146.44 minutos efectivos de muestreo y finalmente para el Parque Estatal El Texcal se obtuvieron 1103.20 minutos de muestreo (Tabla 2).

Tabla 2. Minutos de grabación por cada mes de muestreo en los diferentes sitios.

Mes		Cuernavaca		Zacatepec		Texcal
Enero	2014	70.27 min	2015		2016	
Febrero		89.35 min				
Marzo		152.97 min				
Abril		90.19 min.		439.85 min.		
Mayo		90.57 min.		737.6 min.		106.55 min.
Junio				327.61 min.		113.24 min.
Julio				454.89 min.		149.57 min.
Agosto	2013			451.98 min.		208.43 min.
Septiembre				579.35 min.		120 min.
Octubre				467.65 min.		
Noviembre				130.46 min.		114.59 min.
Diciembre			324 min.		553.45 min.	

## 6.2 Resultados conteo de pulsos de búsqueda y secuencias de captura

Para registrar la actividad se contabilizaron los pulsos de búsqueda y las secuencias de captura o “buzz”. de cada especie en las tres diferentes localidades. Sumando un total de minutos de grabación analizados de 6,069 minutos de muestreo correspondientes a las 3 localidades, se obtuvieron 55,576 pulsos de búsqueda y 977 secuencias de captura (Tabla 3)

Tabla 3, total de pulsos de búsqueda y secuencias de captura contabilizados, por especie.

<b>Especies</b>	<b>Pulsos de búsqueda</b>	<b>Secuencias de captura</b>
<i>M. megalophylla</i>	54,940	976
<i>P. davyi</i>	631	1
<i>P. parnelli</i>	5	0
<b>Total</b>	<b>55,576</b>	<b>977</b>

Para la ciudad de Cuernavaca se obtuvieron 5,531 pulsos de búsqueda y 145 secuencias de captura pertenecientes a la especie *Mormoops megalophylla*, mientras que para *Pteronotus davyi* solo se obtuvo un 15 pulso y 0 frecuencias de captura lo que nos da un rango muy bajo de actividad en este sitio. *Pteronotus parnelli* no fue registrado en este sitio por lo cual no tendremos un punto de comparación para esta especie. Para la ciudad de Zacatepec se obtuvo un registro de 46,329 pulsos de búsqueda y 794 secuencias de captura para la especie de *Mormoops megalophylla*, 570 pulsos de búsqueda y 1 secuencias de captura para *Pteronotus davyi* y 5 pulsos de búsqueda y 0 frecuencias de captura para *Pteronotus parnelli*. Finalmente, para el parque estatal el Texcal se obtuvo 3080 pulsos de búsqueda y 37secuencias de captura para *Mormoops megalophylla* mientras que para *Pteronotus davyi* solo se obtuvieron 46 pulsos de búsqueda y 0 frecuencias de captura en este caso no se registró *Pteronotus parnelli*. (Tabla 4).

Tabla 4. Pulsos de búsqueda y secuencias de captura por especie en cada localidad.

Sitio	Especie	Total de pulsos de búsqueda	Total secuencias de captura
Cuernavaca	<i>M. megalophylla</i>	5531	145
	<i>P.davyi</i>	15	0
	<i>P.parnelli</i>	0	0
Zacatepec	<i>M.megalophylla</i>	46,329	794
	<i>P.davyi</i>	570	1
	<i>P.parnelli</i>	5	0
Texcal	<i>M.megalophylla</i>	3080	37
	<i>P.davyi</i>	46	0
	<i>P.parnelli</i>	0	0

### 6.3 Análisis estadísticos

#### Índice de actividad

Los valores de los índices de actividad más altos se obtuvieron de la especie *M. megalophylla* y para la ciudad de Cuernavaca, se registraron en palmira en Marzo y en Diciembre en Ciudad Chapultepec, para Zacatepec el índice de actividad fue mayor en Julio en el Canal del Cerro y en Mayo en Sata Rosa y finalmente para el Texcal fue en Mayo y Septiembre cuando se obtuvo un mayor índice (Tabla 5)

Tabla 5. Mayores índices de actividad por localidad.

Localidad	Sitio	Mes	Índice Pulsos de búsqueda	Sitio	Mes	Índice secuencias de captura
Cuernavaca	Palmira	Marzo	0.296753996	Ciudad Chapultepec	Diciembre	0.006590872
Zacatepec	Canal del Cerro	Julio	<b>1.495304</b>	Santa Rosa	Mayo	<b>0.01713627</b>
Texcal	Texcal	Mayo	0.16460702	Texcal	Septiembre	0.00378975

### Tasa de captura

Se obtuvo una tasa de captura total de 0.018, en la cual *Mormops megalophylla* fue la especie con mayor tasa de captura presentando un total de 0.019, destacamos también que la mayor tasa de captura de esta especie se presentó en la ciudad de Cuernavaca con un valor de 0.026, para *Pteronotus davyi* el sitio con mayor tasa de captura fue la ciudad de Zacatepec de hidalgo con un valor de 0.0014, destacamos que la especie *Pteronotus parnelli* no se estimó tasa de captura, debido a su poca actividad (Tabla 6).

Tabla 6, Tasa de captura por especie y por sitio.

	Cuernavaca	Zacatepec	Texcal	Total:
<i>M. megalophylla</i>	0.026	0.018	0.012	0.019
<i>P.davyi</i>	0	0.0014	0	0.0012

### Análisis de varianza

Para llevar a cabo el análisis de varianza los promedios obtenidos se transformaron a logaritmo natural para homogeneizar las varianzas y se agruparon por especie.

### ***Mormoops megalophylla***

De acuerdo al análisis ANOVA paramétrico de una vía, no se encontró diferencia significativa en los índices de Pulsos de búsqueda (P\_B) en la familia *Mormoops megalophylla* entre las diferentes localidades estudiadas ( $F=0.831749$   $P=0.438108$ ) (Figura 7)

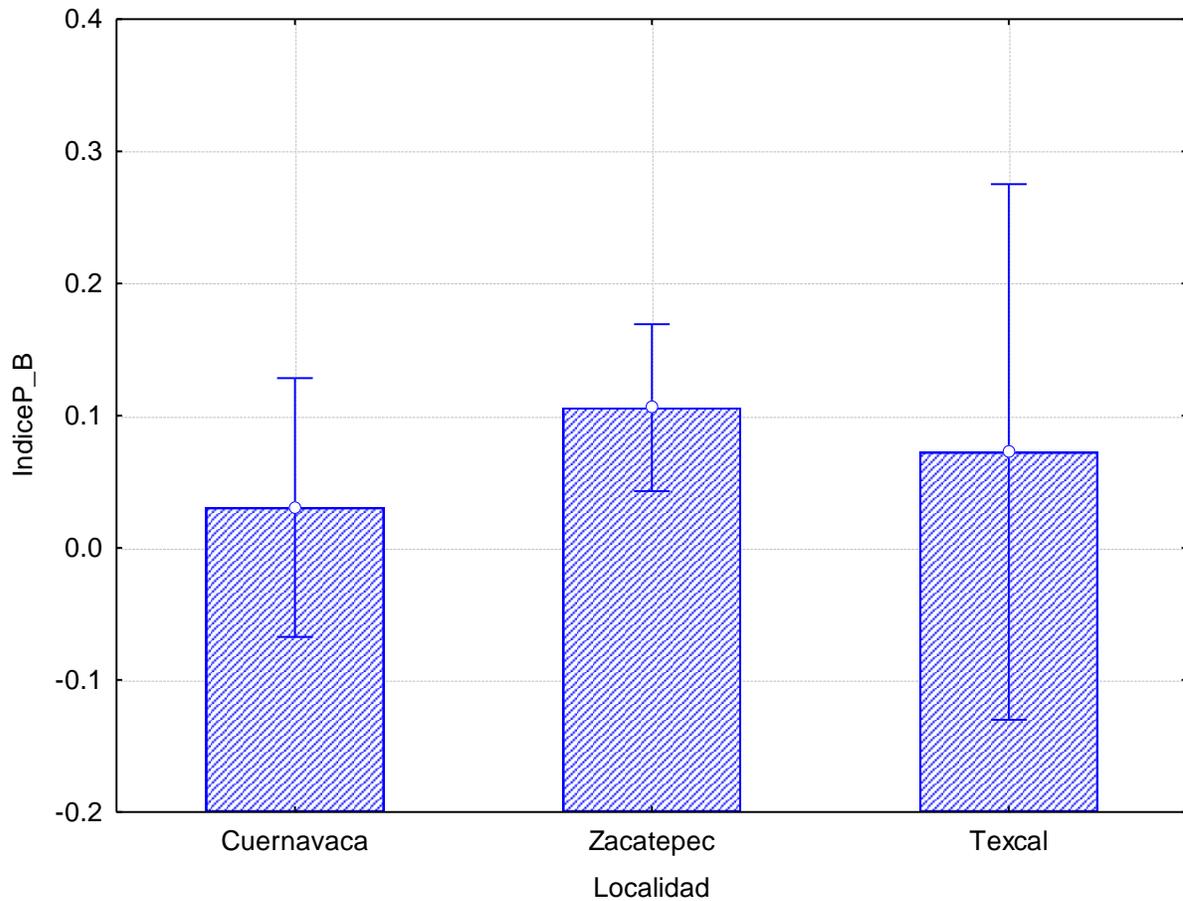


Figura 7. Análisis de varianza de los pulsos de búsqueda de *M. megalophylla*

Para el índice de S\_C (Secuencias de Captura) de la especie *M. megalophylla* en las diferentes localidades el análisis ANOVA tampoco arrojó una diferencia significativa ( $F=0.352759$   $P=703568$ ) (Figura

8) sin embargo se puede observar que existe un mayor índice de secuencias de captura en la localidad de Zacatepec mientras que Cuernavaca es el sitio con menor índice de secuencias de captura para esta especie.

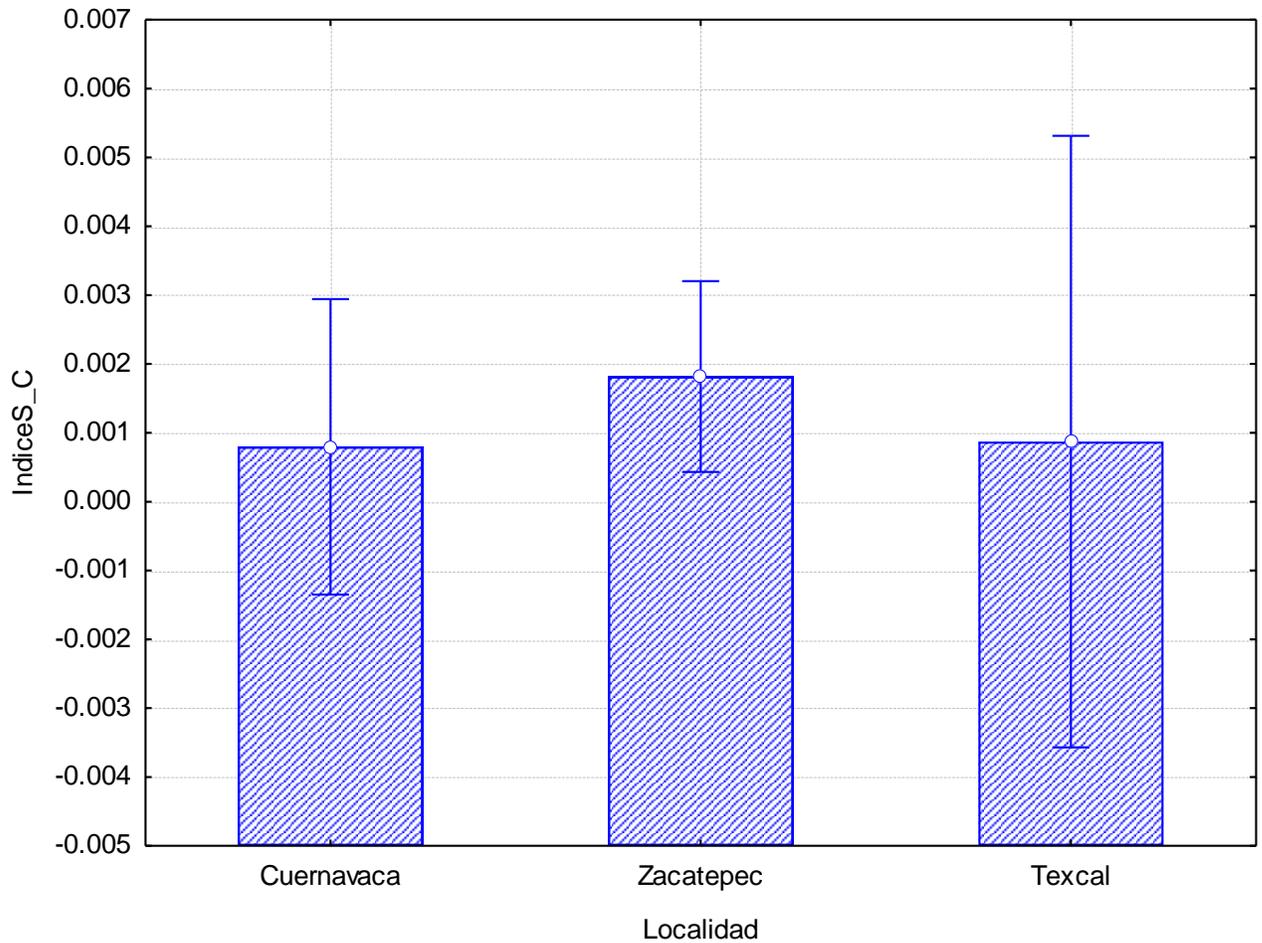


Figura 8 Análisis de varianza de las secuencias de captura de *M. megalophylla*

### ***Pteronotus davyi***

Para la especie *Pteronotus davyi* también se homogeneiza los promedios en cuanto a sus pulsos de búsqueda y a sus secuencias de captura para realizar el mismo análisis ANOVA diferenciándolo por localidades de muestreo y en cuanto al índice de P\_B no se encontró una diferencia significativa ( $F=1.286573$   $P=0.280887$ ) (Figura 9) sin embargo se puede observar notablemente que los pulsos de búsqueda fueron mayor en la localidad de el Texcal mientras que Cuernavaca fue la localidad con menor número de pulsos de búsqueda para esta especie.

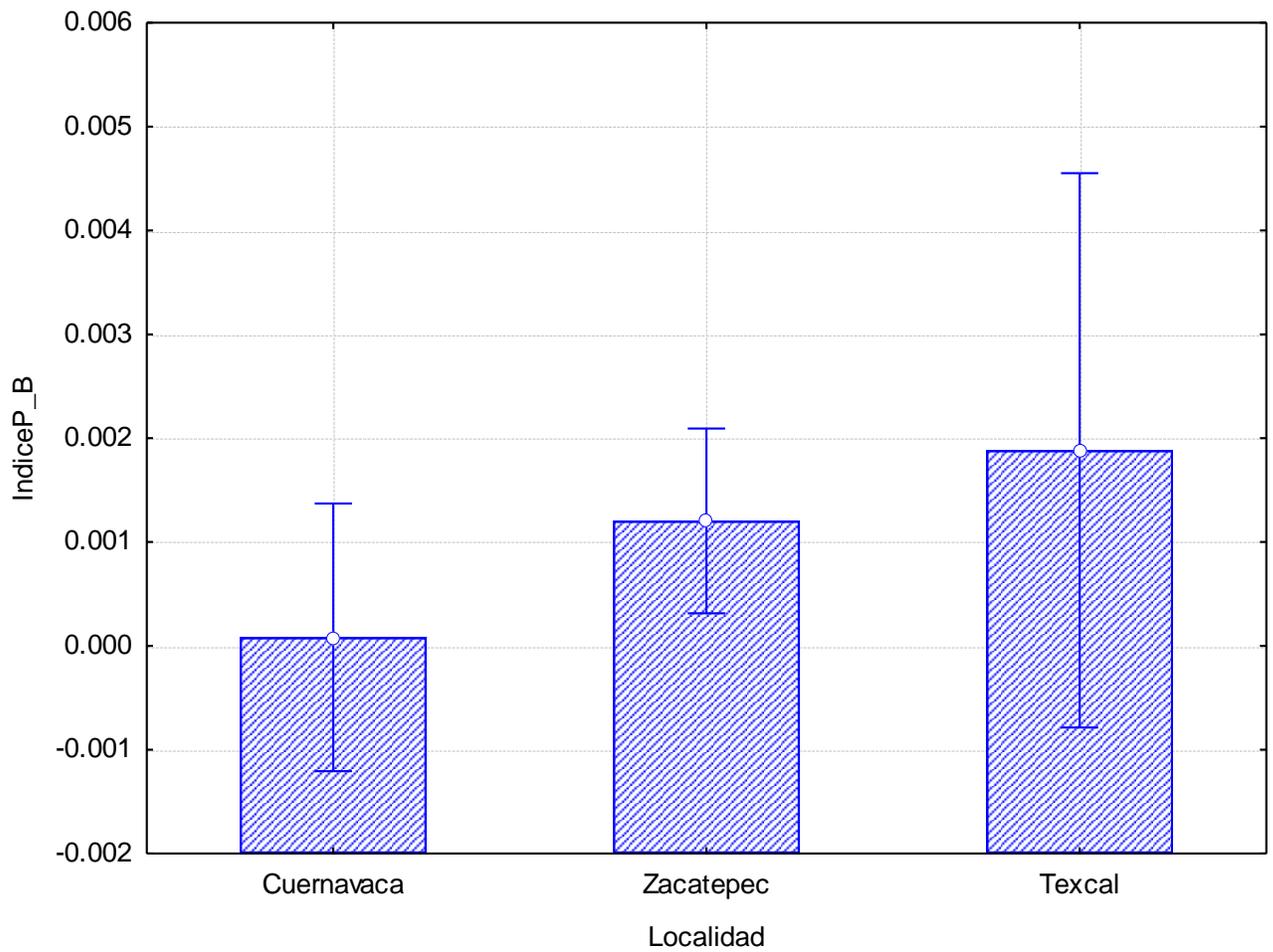


Figura 9 Análisis de varianza de los pulsos de búsqueda *P. davyi*

En cuanto a las secuencias de captura de *P.davyi* el análisis ANOVA nos dice que no existe diferencia significativa en los índices de S\_C entre las localidades ( $F=0.289435$   $P=749330$ )(Figura 10) sin embargo se puede notar que el número de S\_C es mayor en la localidad de Zacatepec mientras que en las localidades de Cuernavaca y el Texcal se mantiene dentro de los mismo niveles.

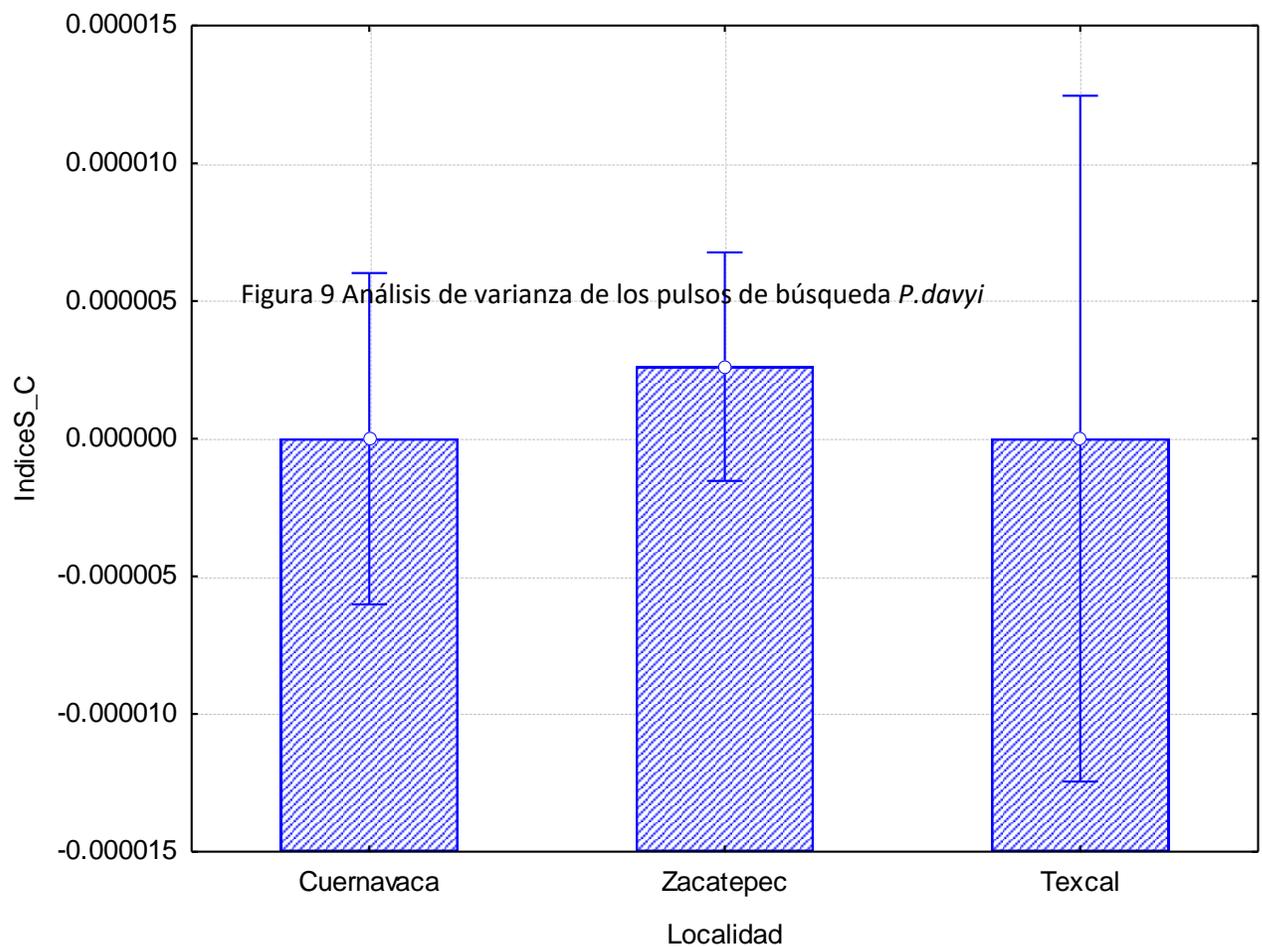


Figura 10 Análisis de varianza de las secuencias de captura *P.davyi*

### ***Pteronotus parnelli***

En cuanto a *Pteronotus parnelli* el análisis de ANOVA no se pudo realizar ya que esta especie sólo se registró dentro de la localidad de Zacatepec lo cual no nos permitió tener un punto de comparación con las demás localidades.

## **7. DISCUSIÓN.**

Los esfuerzos de muestreo que se realizaron en las localidades de Cuernavaca, Zacatepec y el Texcal, se han llevado a cabo con diferentes métodos en las distintas localidades, tomando en cuenta que en dos de estas localidades (Cuernavaca y Zacatepec) se muestrearon puntos fijos y en una de ellas se realizó un transecto podemos deducir que no presentan un mismo diseño en cuanto a la distribución de los puntos o sitios en el paisaje, sin embargo estos puntos son comparables ya que los datos obtenidos son cuantitativos y en las tres localidades el inicio de las grabaciones se realizó a la misma hora y durante el mismo periodo de tiempo. Además de que se detectó la presencia de actividad de estas especies en las tres localidades con la excepción de *P. parnelli* que sólo se encontró en la localidad de Zacatepec.

En este trabajo se realizó la medición de actividad de la familia Mormoopidae por medio de tres parámetros: pulsos de búsqueda (P\_B) y secuencias de captura (S\_C) y la tasa de captura (TC) en el cual los pulsos de búsqueda representan una medida con la cual podemos determinar el nivel de esfuerzo de los individuos por buscar su alimento, mientras que la tasa de captura representa el éxito de las especies en el forrajeo. En base a esto y nuestros resultados Zacatepec resulta ser la localidad con un mayor índice de actividad teniendo un 84.39% en cuanto a el índice de P\_B y un 76.76% en el índice de S\_C siendo los meses de mayo y julio los meses en los que se presentó el mayor índice de actividad de esta familia teniendo en cuenta que en mayo es cuando más hembras se encuentran lactando y existe más nacimientos de la especie de *Mormoops megalophylla* (Schmidly 1991) la cual es considerado como un explotador urbano por Zabala-Ramos (2017) y en este trabajo el que presenta mayor actividad en los tres sitios esto en relación a que la localidad de Zacatepec se encuentran varios muestreos realizados cerca de cuerpos de agua lo que favorece a este especie que suele cazar cerca de los cuerpos de agua y se alimenta de polillas y otros insectos (Steinway 2010) En el segundo lugar en cuanto al índice de actividad se encuentra *Pteronotus davyi* el cual frecuentemente se alimenta en de escarabajos y polillas y suele hacerlo en lugares abiertos, asociando sus sitios de forrajeo a la disponibilidad de refugios (Solari y Davalos 2019) La especie con menor actividad registrada fue *Pteronotus parnelli* quien consume

principalmente escarabajos a los cuales caza dentro de la vegetación densa de los bosques (Emmons y Feer, 1999).

Sin embargo, otro de los puntos por analizar es que con nuestros resultados también podemos notar que no existe una diferencia significativa entre la actividad de esta familia en las diferentes localidades por lo que creemos que el ruido no es un factor que afecte de manera directa a la actividad de esta familia rectificando el trabajo echo por Bunkley et. *all.* (2014) el cual nos dice que murciélagos con sonidos de ecolocación con una frecuencia mayor a 35 KHz son menos propensos a ser afectados por las fuentes de ruido en este caso compresores de aire y el promedio de las frecuencias en la familia Mormoopidae ronda los 50 y 60 KHz, sin embargo, en el trabajo realizado por Lara-Nuñez (2018) podemos notar que los efectos del ruido para los murciélagos se pueden presentar en otros aspectos.

Nuestros resultados coinciden con la hipótesis propuesta por Luo en 2015, que dice que murciélagos que son sometidos a ruido antropogénico presentan una disminución de la eficiencia de forrajeo ya que en este trabajo notamos que el número de pulsos de búsqueda es demasiado elevado en comparación a las secuencias de captura.

## **8. CONCLUSIÓN**

- Este trabajo coincide con (Coffin, 2007; Leblon et al, 2013) quienes nos dicen que el estudio de los efectos del ruido antropogénico sobre la fauna terrestre es un área relativamente nueva de estudio y se sabe poco sobre la relación entre niveles de ruido y las molestias reales sobre la fauna silvestre.
- Este trabajo es un aporte que sirve para evidenciar que en la familia Mormoopidae el ruido no pareciera afectar su actividad en cuanto a sus pulsos de búsqueda sin embargo no tenemos los datos suficientes para hacer conclusiones en respecto a las secuencias de captura.
- En base a el tipo de forrajeo y a las características de las especies de esta familia es posible que los individuos que fueron grabados en estas localidades provengan de otras áreas en donde quisa su exposición al ruido sea menor.
- Debido a que esta familia tiene un rango elevado en cuanto a sus frecuencias medidas en KHz podría ser un factor de que el ruido no les afecte de manera directa sin embargo abre campo a nuevas investigaciones con murciélagos en los cuales sus emisiones de sonido no sobre pasen los 35KHz.

- Es notable que los índices de actividad de *M. megalophylla* y *P. davyi* sean altos en sitios urbanizados, ya que son poco comunes encontrarlos en áreas urbanas (Rydell et al. 1995)
- La urbanización o tipo de urbanización que está en estas localidades, es muy puntual ya que existen áreas muy específicas donde la urbanización es alta y no de manera homogénea ni tampoco se encuentran fuentes de ruido tan puntuales como lo son los parques industriales o los aeropuertos lo cual podría ser un factor para determinar si el nivel de ruido que produce este grado de urbanización es significativo para realizar estas pruebas.
- La urbanización puede traer consigo otros factores además del ruido antropogénico a tomar en cuenta para realizar otros estudios como lo es el cambio de uso de suelo, la contaminación luminosa y todos los demás tipos de contaminación que trae consigo.
- Esta investigación fue enfocada en la teoría de Luo (2015) en donde menciona que el ruido puede afectar los esfuerzos para tener éxito en el forrajeo y estamos de acuerdo con él ya que podemos notar que el esfuerzo para conseguir alimento en estos lugares es muy alto con base a los resultados de tasa de captura.

## 9. LITERATURA CITADA

**ALVARES-CASTAÑEDA, S.T.** 1996. Los mamíferos del estado de Morelos. centro de investigaciones Biologicas del Noreste. 211p

**ALVARES CASTAÑEDA, S. T. Y PATTON, J. L.** 1999. Familia Mormoopidae., Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste Sitio web:  
[https://www.researchgate.net/publication/263767320\\_Familia\\_Mormoopidae](https://www.researchgate.net/publication/263767320_Familia_Mormoopidae). Consultado el 20 de Febrero de 2018.

**BARBER, J. R., CROOKS, K. R. & FRISTRUP, K. M.** 2010 The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends Ecol. Evol.* 25, 180–189. (doi:10.1016/j.tree.2009.08.002)

**BRIGHMAN, R. M., E. K. V. KALKO., G. JONES., S. PARSONS., Y H. J. G. A. LIMPENS.** 2004. Bat Echolocation Research: tools, techniques and analysis. *Bat Conservation International*. Austin Texas.

**BOJORES BAÑOS, J. C.** 2009. Amenazando la biodiversidad: Urbanización y sus efectos en la avifauna., de Instituto de Recursos, Universidad del Mar Sitio web:  
[www.umar.mx/revistas/39/Amenaza\\_urbanizacion\\_avifauna-CyM-39.pdf](http://www.umar.mx/revistas/39/Amenaza_urbanizacion_avifauna-CyM-39.pdf). Consultado el 5 de Marzo de 2018.

**BUNKLEY, P. J. ET. ALL.** 2014. Anthropogenic noise alters bat activity levels and echolocation calls. *Global Ecology and Conservation* 3 :62-71.

**CEBALLOS, G., Y J. ARROYO-CABRALES.** 2012. Lista actualizada de los Mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época* 2:27-80.

**CLARKE CRESPO, E.** 2008. Descripción de la helmintofauna asociada a tres especies de Murciélagos en el municipio de Apazapan, Veracruz., de Instituto de Ecología A.C Sitio web:  
<http://www1.inecol.edu.mx/posgrado/Documentos/tesis/2008/Tesis%20Maestria%20Emilio%20Clarke.pdf>. Consultado el 27 de Marzo de 2018.

**CLINTON D. FRANCIS,, NATHAN J. KLEIST, CATHERINE P. ORTEGA AND ALEXANDER CRUZ.** 2012. Noise pollution alters ecological services: enhanced pollination and disrupted seed dispersal.

**CZECH, B, Y P.R. KRAUSMAN.** 1997. Distribution and causation of species endangerment in the United States. *Science* 22:11-16

**CRINO, O.L., JOHNSON, E.E., BLICKLEY, J.L., PATRICELLI, G.L., BREUNER, C.W.** 2013. Effects of experimentally elevated traffic noise on nestling white-crowned sparrow stress physiology, immune function and life history. *The Journal of Experimental Biology*, 216 (11), 2055-2062

**COFFIN A.W.** 2007 From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, 15(5), 396-406.

**DAVIS, W. B, Y R. J. RUSSELL.** 1952. Bats of the Mexican State of Morelos. *Journal of Mammalogy* 33:234-239.

**EMMONS, L. H. Y FEER, F.** 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical, una guía de campo. 1era edición en español. 1era edición en español. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra

**FARINA S.** 2014. *Soundscape ecology: Principles, patterns, methods and applications*, Springer, Netherlands.

**FRANCIS, C. D., ORTEGA, C. P. & CRUZ, A.** 2009 Noise pollution changes avian communities and species interactions. *Curr. Biol.* 19, 1415–1419. (doi:10.1016/j.cub. 2009.06.052)

**FRANCIS, C. D., ORTEGA, C. P., KENNEDY, R. I. & NYLANDER, P. J.** In press. Are nest predators absent from noisy areas or unable to locate nests? *Ornithol. Monogr.*

**INAFED.** Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Sitio web:  
<http://inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM17morelos/index.html>

**GARZA, G.** 2014. La urbanización metropolitana en México: Normatividad y características socioeconómicas. Papeles de Población 52, 78–108.

**GARZA, G.** (2010) La Transformación Urbana de México, 1970-2020. En: Los Grandes Problemas de México: Desarrollo Urbano y Regional (Garza, G. y Schteingart, M., eds), El Colegio de México, D.F., pp. 31–86.

**JUNTA DE CALIDAD AMBIENTAL, DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES, FIDEICOMISO DE CONSERVACION.** 2007. Plan Estratégico e Investigativo para el Estudio del Ruido Ambiental y la Fauna en Puerto Rico. de Estado Libre Asociado de Puerto Rico Sitio web:

<http://www2.pr.gov/agencias/jca/areasprogramaticas/AreaControlRuidos/Documents/Ruidos/PlanEstrategico%20Ruido%20y%20Fauna%20Ver20dic07.pdf> . Consultado el 2 de Marzo de 2018

**LARA NUÑEZ A. C.** 2015. Patrones de Actividad y Riqueza de especies de Murciélagos Insectívoros Aéreos en el paisaje urbano de Cuernavaca. Cuernavaca Morelos.

**LEBLOND M., DUSSAULT, C. OUELLET, T-P.** 2013. Avoidance of roads by large herbivores and its relation to disturbance intensity. Journal of Zoology, 289, 32-40.

**OROZCO, L. L., A. GUILLEN-SERVENT., D. VALENZUELA-GALVAN., Y H. T. ARITA.** 2013. Descripción de los pulsos de ecolocación de once especies de murciélagos insectívoros aéreos de una selva baja caducifolia en Morelos, México. Revista Therya 4:33-46.

**MACGREGOR FORS, I. Y ORTEGA ALVAREZ, R.** 2013. Ecología urbana, Experiencias en América Latina. México.

**MEDELLIN, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez.** 2007. Identificación de los murciélagos de México, Clave de campo. Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F. 80p

**MEJIA QUINTANILLA, D. J.** 2017. Distribución y el estado de conservación para algunas especies de murciélagos pertenecientes a las familias Mormoopidae y Emballonuridae en honduras, Centroamérica., de Universidad Nacional Sitio web:

<http://www.repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14134/Distribución%20y%20estado%20de%20conservación%20de%20algunas%20especies%20de%20murciélagos%20perteneiente>

s%20a%20las%20Familias%20Emballonuridae%20y%20Mormoopidae%20en%20Honduras%20C%20Centroamérica.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Consultado el 20 de Marzo de 2018

**MONTES, J. P. ET. AL..** 2012. Nuevos datos sobre la distribución de *Pteronotus personatus* en Colombia., de Facultad de educación y Ciencias Sitio web:

file:///C:/Users/refug/Downloads/221-703-1-SM%20(4).pdf. Consultado el 13 de Marzo de 2018

**REID F.** 2009 **A field guide to the mammals of Central America and southeast. Mexico. Oxford University Press New York. USA**

**RUBIO-INFANTE, A.** 2015. Estudio del impacto acústico de conciertos amplificados al aire libre en Barcelona. University pompeu fabra Barcelona.

**SÁNCHEZ, O., M. A. PINEDA., H. BENÍTEZ., H. BERLANGA Y RIVERA-TÉLLEZ E.** 2015. Guía de identificación para las aves y mamíferos silvestres de mayor comercio en México protegidos por la CITES, 2a. Edición, Volumen II: MAMÍFEROS. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) -Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, D. F

**SECRETARIA DE DESARROLLO SUSTENTABLE.** 2018. Parque Estatal El Texcal., Secretaria de Desarrollo Sustentable Sitio web: <http://sustentable.morelos.gob.mx/anp/texcal.com>. Secretaría de Desarrollo Sustentable. 20 de Febrero de 2018.

**SIEMERS, B. M. & SCHAUB, A.** 2011 Hunting at the highway: traffic noise reduces foraging efficiency in acoustic predators. Proc. R. Soc. B 278, 1646–1652. (doi:10.1098/rspb.2010.2262)

**SOLARI, S. & DAVALOS, L.** 2019. *Pteronotus davyi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T18705A22077399 Sitio web: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T18705A22077399.en>. consultado el 04 Junio 2019

**STEINWAY, M.** 2000. "*Mormoops megalophylla*" (On-line), Animal Diversity Sitio web: [https://animaldiversity.org/accounts/Mormoops\\_megalophylla/](https://animaldiversity.org/accounts/Mormoops_megalophylla/). Consultado el 5 de junio de 2019

**TICO VALDEZ, L.** 2012. Uso de Habitación por Murciélagos Urbanos en la Ciudad de Durango, Durango., de Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional Sitio web:

[http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/19330/Tesis\\_LAURATICÓ%2860%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/19330/Tesis_LAURATICÓ%2860%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y). consultado el 12 de Marzo de 2018.

- VELASCO-SANCHEZ, E.** 2014 Estudio del nivel de ruido emitido por vehículos del parque automovilístico valenciano y su relación con la calidad acústica de nuestras ciudades. Universidad Miguel Hernandez de Elche.
- VOIGT, C.C. Y KINGSTON, K.** 2016. Bats in the Anthropocene: The conservation of a nocturnal taxon. En: Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World. DOI: 10.1007/978-3-319-25220-9. 606 p.
- WILSON, D.E., Y D. M. REEDER.** 2005. Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference. The John Hopkins University Press. 2142 p.
- ZÁRATE-MARTÍNEZ, D. G., A. S. DÍAZ., Y R LÓPEZ-WILCHIS.** 2012. Importancia ecológica de los murciélagos. ContactoS 85:19-27.
- ZAVALA RAMOS, P.** 2017. Patrones de Actividad y Riqueza de especies de Murciélagos Insectívoros Aéreos en el paisaje urbano de Zacatepec Morelos. Cuernavaca Morelos.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

Licenciatura en Biología

Programa Educativo de Calidad *Acreditado* por el CACEB 2018-2023

Cuernavaca, Morelos a 04 de julio de 2023

**DRA. DULCE MARÍA ARIAS ATAIDE**  
**DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**P R E S E N T E.**

Por este conducto, los catedráticos suscritos comunicamos a Usted, que hemos revisado el documento que presenta la Pasante de Biólogo: **MIGUEL ANGEL CARREÑO CONTRERAS** con el título del trabajo: **Efecto del ruido antropogénico en los patrones de actividad de la familia Mormoopidae.**

En calidad de miembros de la comisión revisora, consideramos que el trabajo reúne los requisitos para optar por la Modalidad de Titulación por Tesis como lo marca el artículo 6° del Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

**A T E N T A M E N T E**  
*Por una humanidad culta*

**JURADO REVISOR**

**FIRMA**

PRESIDENTE: DR. JOSÉ ANTONIO GUERRERO ENRÍQUEZ

\_\_\_\_\_

SECRETARIO: M. EN C. LUIS GERARDO ÁVILA TORRESAGATÓN

\_\_\_\_\_

VOCAL: DRA. ARELI RIZO AGUILAR

\_\_\_\_\_

SUPLENTE: M. EN C. ANA CRISTEL LARA NÚÑEZ

\_\_\_\_\_

SUPLENTE: BIÓL. BLANCA NATIVIDAD GONZÁLEZ ZARIÑANA

\_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**ARELI RIZO AGUILAR | Fecha:2023-07-05 09:17:27 | Firmante**

IO3mN/p0au1FKr+poEYf3j5deEr+e+NGNp+haeNXQ2WDLw8pF5hD6FA3ubiq4coFV5QardovCUIhSd9Wu7msp1T1kNLJYfIXKaTs2/TQH7rFDvt60zslu61I/v1KluXP79IAxy1nBf4RyQVoLu1JltylRa9Z8L79/5LwxSCamHeQCrR4dQe8KREPXH7JC99Mr4O57S1HWI4fQVfIV5ewLpNOYV/2b4v9uLkbaq3ajaUzPdcK3GKe/T6PTRaMqos6Jb2Uur6N+ekOtMmRL0MR9/1J2RfP1Qv5YTC8SgDOA7sceGHSnW/np+r/igEuHc9M0ENECEMxFKVMmyQ6enJc1A==

**BLANCA NATIVIDAD GONZALEZ ZARIÑANA | Fecha:2023-07-05 13:22:28 | Firmante**

x3WNRJq4Bez1eUiQ6UTIXtByHC+Q9e6jzPb03ZtNfhZbTuaUXJD01YD7rZwLkhezK6pCDjeoiEp3m6vqUe+j4UbtQJlItRhpq0t6IWGCIgynCpvP6sCA6RNK2tFY1P4an0+JWuPrtPvix0V1TbLqYjMhmRAhVjpFVgYb3SSuuw7GF7cEwm26rnYx8lNhmM6NMPKmqoOwJSyrZNKkMh8vnJ39fXPAIjzOnTR8NnlVvq/swBe+02KugMw0JZMl3b7UqLGPqGaNr/6zqS WUKIC1+f4FmG3coHudV7o9Fj91wJF3wXp1UELFz8T8b3kK/GVGm3nf8OtfyCLuSN+kWv7Q==

**ANA CRISTEL LARA NUÑEZ | Fecha:2023-07-05 19:25:52 | Firmante**

pll5lr3II7EFBbsxYnBSbRHhnoS6cdHA2JfydvSnaEobZjRrvfrm9JXoU5MwEgo2wkBqJsotx1yANK+RCQmZn5xgUv3sFAGzCIP2+bJ53Kc4WX2l/KaIxU6Gju21Q+Q/GIM3VkuKw53pk9lheAW5c6srrY21kq2+4DFIEy4sqOPROG3L8GUqMZn/Gb0mGE9+fXy5A7WQqsQyq9LDX1Ow/bHxF2EzrrHZZRyVPMHwJo6MC63SMNSqW4GhUvyYiFVGw/eZC/s2+jzu59csO4uybNpacmACzFE2I8Qeu5JD9jDFSvkNlp0PDsWMBtadqxOQcYzGGcS0oVLowpytcH6Qw==

**JOSE ANTONIO GUERRERO ENRIQUEZ | Fecha:2023-07-06 09:27:52 | Firmante**

f6Ja1LsII7Is++BMhC8rioDjSKIqrb9PQMbHLV2ZAp/eAywzAVab8f9LdG8EygnpXD0Uf904pATKF7UQ7RljsvV899LLZORXqWsqTO7vT4k93LcMn17vGd26Orp4SbPOch81eFRchYm2kfdGbjoiSE/HJ+2emFjKiFSJSyCq9lxcFB062asqctkZfcqE58yi575RUzBXznu3WhYZL89i5mYfs+Hrr40b8dkaFVqTEShWegbZ2iYwkBd0X+F3Q4KkX776nXYX+DLrjq3VJ201LBEQK5fAc45O/5XgLe/uR+U5w0xh0ZG38DJoZpxc9Zow3R4rgg5v2rBLN+xOHQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



y7rDUxNBq

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/bLLckEDFhGdn3CgLyU15PEqjWjfQjqEA>

