



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO**

División de Estudios de Posgrado

FACULTAD DE BIOLOGÍA

Programa Institucional de Maestría En Ciencias Biológicas

Área temática: Ecología y Conservación

**“EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE IMPACTO
HUMANO SOBRE LA COMUNIDAD DE MURCIÉLAGOS EN
LA CIUDAD DE MORELIA”**

TESIS

Que presenta:

BIÓL. MAURICIO RODRÍGUEZ RAMÍREZ

Como requisito para obtener el título profesional de

Maestro en Ciencias Biológicas

Director de Tesis: Dr. Alejandro Salinas Melgoza

Co-Directora de Tesis: Dra. Yvonne Herrerías Diego

Morelia, Michoacán, Febrero 2020



DEDICATORIA

Dedico ésta tesis a mis padres Humberto y Mercedes. Gracias a ustedes por permitirme y apoyarme a seguir mis sueños, y porque lo que ahora soy es en gran medida a todas sus enseñanzas. Éste es sólo un paso más en mi vida y el logro no es sólo mío, también es de ustedes, los amo.

A mi hermano Beto que más que un hermano, es mi mejor amigo y siempre que lo necesito sé que puedo contar contigo. Gracias...

A Esmeralda por ser parte importante en mi vida y apoyarme durante todo este tiempo.

A mi familia en general, porque estoy agradecido por tenerlos en mi vida y éste logro quiero compartirlo con ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Humberto y Mercedes por apoyarme nuevamente durante todo el proceso de mi tesis. Fueron y son una pieza fundamental para la terminación de éste trabajo así como en mi vida personal, muchas gracias los amo.

A mi hermano Beto por brindarme su apoyo incondicional, a pesar de los problemas que llegemos a tener, siempre que necesito algún consejo, sé que puedo contar contigo muchas gracias hermano.

A Esmeralda por estar siempre conmigo y alentarme a empezar y culminar todo este proceso. Gracias por tener la paciencia y acompañarme a realizar los muestreos, siempre ha sido un placer poder hacer lo que me gusta y hacerlo a tu lado. Gracias por siempre estar ahí cuando te necesito dentro y fuera del laboratorio, éste esfuerzo es en parte tuyo.

A mi toda mi familia porque siempre han estado al pendiente muchas gracias, los quiero.

Al Dr. Alejandro Salinas, nuevamente gracias por permitir trabajar a tu lado. Este tiempo ha sido de gran satisfacción personal y de mucho aprendizaje dentro y fuera del ambiente académico. Gracias por las correcciones pertinentes al trabajo y sobre todo por tu amistad.

Al Dr. Miguel Salinas porque sin tu ayuda el resultado del trabajo hubiera sido muy distinto. Gracias también por permitirme ver las cosas desde otros puntos de vista y por tus consejos siempre que los necesité.

A la Dra. Yvonne Herreras Diego por confiar en mí y por tu apoyo durante todo el proceso de admisión, y por los consejos atinados para la realización de éste trabajo así como tu amistad.

Al Dr. Luis Mendoza y al Dr. Arnulfo Blanco por las observaciones y comentarios para la realización y culminación del trabajo de tesis.

A mis compañeros y amigos del laboratorio de vida silvestre Fresia, Isis, Samy, Julio, Gera, Paty, Alicia, Cristo, Yessi, Mario, Mane, Ricardo, y todos los que faltan gracias por brindarme su amistad y buenos momentos durante todo este tiempo cada uno ha sido pieza importante durante este proyecto.

A cada una de las personas e instituciones (Dra. Paty, Sr. Guillermo, SEMACCDDET, Biol. Raquel, COFOM, Biol. Cecilia, Tía Loren, Tía Pitis, Polo, Biol. Cristella, Biol. Gerardo, Ing. Juan, Biol. Cynthia, MVZ. Jesús, MVZ. Raúl, Biol. Eliel, MVZ. Eric, M en C. Alicia, Biol. Jorge, Sr. Vieyra) involucradas durante el trabajo de campo que permitieron colocar las grabadoras. Muchas gracias por su apoyo y comprensión.

A las instituciones que aportaron el recurso necesario para financiar el proyecto: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), y la Coordinación de la Investigación Científica (CIC).

Además quiero agradecer el apoyo proporcionado por el Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica (LANASE), de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia para realizar varios de los análisis empleados en esta tesis mediante el proyecto LN 293701 y 299033.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
Sitio de estudio.....	6
Evaluación del nivel de aptitud para murciélagos en la ciudad de Morelia	7
Registro acústico de murciélagos	11
Identificación de especies	11
Análisis de datos	12
RESULTADOS	14
Riqueza y abundancia de murciélagos de la ciudad de Morelia	14
Diversidad verdadera (números de Hill).....	20
Similitud en la composición de especies entre AGEBS	23
DISCUSIÓN.....	26
Valides de la categorización del nivel de aptitud para murciélagos en la ciudad de Morelia.....	28
CONCLUSIONES.....	30
BIBLIOGRAFÍA	31

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Mapa de la ciudad de Morelia representado el nivel de aptitud para la presencia de murciélagos.....	10
Tabla 1. Descripción de la proporción de los tipos de cobertura por categoría del nivel de aptitud.	10
Tabla 2. Listado taxonómico de especies registradas por categoría de aptitud.....	15
Figura 2. Curvas de rango abundancia categoría del nivel de aptitud.....	19
Figura 3. Grafica de caja y bigotes mostrando los primeros tres números de Hill para la diversidad de murciélagos por categoría de aptitud.	21
Tabla 3. Resultados del modelo linear mixto generalizado (GLMM).....	22
Figura 4. Biplot del escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) de la similitud entre AGEBS con diferente nivel de aptitud.....	25

RESUMEN

El impacto humano generado por la transformación de las ciudades es de las modificaciones más radicales del hábitat ya que la vegetación original es removida. Este impacto humano genera efectos negativos sobre la diversidad de especies de murciélagos. Sin embargo, debido a que las ciudades representan un mosaico heterogéneo de condiciones, los murciélagos pueden habitar estas zonas urbanas en función de su capacidad de desplazamiento y estrategias de forrajeo. Una forma de evaluar el efecto del impacto humano sobre la comunidad de murciélagos es considerando una relación en el gradiente de los niveles aptitud y la presencia de murciélagos dentro de la ciudad. Se generó una evaluación del nivel de aptitud considerando la vegetación arbórea, la construcción, y las áreas abiertas, donde se reconocieron tres categorías de aptitud (aptitud Baja, Media y Alta). Se realizó monitoreo acústico de las especies de murciélagos cada mes a lo largo de un ciclo anual para evaluar la abundancia relativa por especie en cada categoría de aptitud. Se reportó una alta dominancia de tres especies de murciélagos insectívoros con estrategias de forrajeo en espacios abiertos (*Promops centralis*, *Eumops underwoodi*, y *Molossus rufus*) a lo largo del ciclo anual y entre las categorías del nivel de aptitud. Reportamos que la diversidad de especies de murciélagos sigue un patrón en cuanto al gradiente del nivel de aptitud, siendo mayor la riqueza y abundancia de murciélagos en sitios con aptitud Alta, caracterizados por presentar mayor proporción de zonas de vegetación arbórea. Nuestros resultados demuestran que la ciudad de Morelia presenta un gradiente en los niveles de aptitud para la presencia de murciélagos, siendo la parte norte de la ciudad representada por zonas de construcción y zonas abiertas, y por lo tanto de aptitud Baja, mientras que la parte sur de la ciudad la proporción de zonas de vegetación arbórea es mayor, viéndose reflejada por sitios de aptitud Media y Alta. Una forma de mitigar los efectos negativos de la ciudad sobre la comunidad de murciélagos es fomentar la creación de espacios con vegetación arbórea al norte de la ciudad de Morelia.

Palabras clave: Chiroptera, Ecología, Urbano, Diversidad, Gradiente

ABSTRACT

The human impact generated by the transformation of the cities is one of the most radical modifications of the habitat due the removal of the original vegetation. This human impact generates negative effects on the diversity of bat species. However, because cities represent a heterogeneous mosaic of conditions, bats can inhabit these urban areas based on both their displacement capabilities and forage strategies. One way to assess the effect of human impact in cities on bat communities is to consider a relationship in aptitude levels gradient with the presence of bats within the city. I developed an analysis of the Morelia City aptitude level considering arboreal vegetation, construction, and open areas, where three aptitude categories were recognized (Low, Medium, and High aptitude). Acoustic monitoring of bat species was carried out every month through an annual cycle to assess the species relative abundance at each level of aptitude. I found a high dominance of three insectivorous bats species, which forage in open areas (*Promops centralis*, *Eumops underwoodi*, and *Molossus rufus*). This dominance it was maintained through the annual cycle and among the three aptitude categories and was inverse to aptitude categories with low aptitude category scoring high dominance values. I report that the diversity of bat species agrees with the aptitude categories, with richness and abundance of bats larger in sites with high aptitude. Sampling units in the city with large aptitude level are characterized by having a greater proportion of arboreal vegetation. These results show that Morelia city has a North-South gradient in the aptitude level for the presence of bats. The northern part of the city was mostly represented by construction and open areas, which could represent Low aptitude for bats. Sampling units in the southern part of the city recorded a larger proportion of arboreal vegetation, which is reflected by Medium and High aptitude sites. One way to mitigate the city negative effects on the bat community is to encourage the creation of spaces with arboreal vegetation to the north of Morelia city.

Keywords: Chiroptera, Ecology, Urban, Diversity, Gradient

INTRODUCCIÓN

El impacto humano generado por la transformación de las ciudades es una de las formas más radicales de modificación del hábitat, teniendo en general un efecto negativo sobre la diversidad de especies (Turner *et al.* 1994; Oprea *et al.* 2009; Fabianek *et al.*, 2011; Lintott *et al.* 2014; Jung y Threlfall 2018). Esta pérdida de especies se debe principalmente al cambio de uso del suelo y pérdida de vegetación original (López *et al.* 2001; Ortega y MacGregor 2009), el cual puede forzar a las especies animales a buscar nuevos sitios, o bien, adaptarse a los nuevos ambientes proporcionados por el crecimiento y desarrollo urbano (Hourigan *et al.* 2006; Lintott *et al.* 2014; Jung y Threlfall 2018). Una de las principales relaciones que resultan de esta modificación radical del hábitat es la disminución de la diversidad conforme el nivel de impacto humano aumenta (Kurta y Teramino 1992; Blackthorn 2013; Arroyo-Rodríguez *et al.* 2016). El impacto humano sobre la diversidad de especies animales puede evaluarse considerando la complejidad estructural de las ciudades en términos de tipos de uso de suelo la cual va a generar condiciones específicas para una segregación de especies dentro de una misma ciudad (Avila-Flores y Fenton 2005; Rodríguez-San Pedro y Simonetti 2015), o bien, mediante un gradiente de las condiciones urbanas para que las especies puedan establecerse (Agosta 2002; Jung y Threlfall 2016).

Las ciudades pueden presentar un gradiente de impacto humano en función de la distancia de las zonas rurales o naturales al centro de la ciudad. La razón de esto es porque se espera una disminución en la modificación del hábitat conforme se aleja del interior de las ciudades. La respuesta generalizada que se ha observado ante este efecto de distancia es una reducción en la abundancia y la riqueza de especies animales conforme se acerca a las zonas urbanas (Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors 2009; Dixon 2012; Bazelman 2016; Moretto y Francis 2017). Aquí normalmente se observa, baja riqueza de especies, y alta dominancia de pocas especies en zonas con mayor modificación debido a que estas especies presentan tendencias generalistas lo que les permite explotar las zonas urbanas de mejor manera (Jung y Threlfall 2016). Por ejemplo se ha reportado que especies de murciélagos insectívoros con estrategias de forrajeo en espacios abiertos presentan tamaños pequeños tanto del largo como del ancho de las alas, lo que a su vez se asocia a espacios con poca o nula vegetación, condiciones características de la matriz urbana (Duchamp y

Swihart 2008; Chambers *et al.* 2016). Algunos estudios evaluando el efecto de la distancia a la ciudad mencionan que la diversidad de especies de murciélagos es menor dentro de la ciudad en comparación a la reportada afuera de las zonas urbanas (Hourigan *et al.* 2006; Chávez-Estrada 2015; Rodríguez-San Pedro y Simonetti 2015; Martínez-Mijares 2016; Moretto y Francis 2017). Este tipo de evaluaciones de impacto humano pueden también considerar un gradiente de modificación del hábitat *per se* a escalas más grandes, donde la mayor modificación se encuentra en zonas urbanas y la menor modificación del hábitat en zonas naturales con vegetación arbórea. Aquí se ha encontrado que la mayor riqueza y abundancia de especies se encuentra en sitios con niveles intermedios de modificación, como pueden ser zonas rurales (Hourigan *et al.* 2006; Threlfall *et al.* 2011; Li y Wilkins 2014). En este tipo de impacto humano subyacen cambios graduales dentro de un conjunto de potenciales ambientes como pueden ser zonas con vegetación arbórea, cuerpos de agua o zonas abiertas, las cuales cada una por separado o en conjunto pueden indicar niveles de aptitud para que algún grupo animal se encuentre presente esto en función de la capacidad de desplazamiento o la estrategia de forrajeo de una especie (Dixon 2012; Bazelman 2016; Jung y Threlfall 2018). Sin embargo, estos cambios en los niveles de aptitud pueden también originarse por modificaciones graduales al interior de la ciudad debido a las características propias de los desarrollos urbanos. No obstante, este enfoque de gradiente en el nivel de aptitud para especies animales al interior de las ciudades ha sido poco estudiado (Li y Wilkins 2014; Moretto y Francis 2017; Gili *et al.* 2020).

Otro factor que no es característico de los ambientes urbanos pero que es importante considerar ya que afecta la diversidad y abundancia de la fauna citadina es el efecto estacional. La estacionalidad influye en las condiciones abióticas de un sitio, principalmente en la temperatura, humedad y horas de luz, las cuales a su vez pueden definir los patrones de actividad y la disponibilidad de alimento para muchas especies animales (Gonsalves y Law 2018; Salvarina *et al.* 2018). Esto se traduce en cambios en las abundancias o incluso en la presencia de ciertas especies de murciélagos a lo largo del año en un sitio. Por ejemplo, se ha reportado que algunas especies de murciélagos que se alimentan de flores o frutos (e.g. *Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*, *Dermanura phaeotis*, *Glossophaga soricina* y *Leptonycteris yerbabuena*) en zonas tropicales de Michoacán incrementan su abundancia o incluso se encuentran presentes únicamente durante cierto

periodo de la temporada seca. Los picos de floración y fructificación estacionales de las especies vegetales de las cuales se alimentan estas especies de murciélagos han sido asociadas como los factores mediando este patrón en especies frugívoras y nectarívoras (Rodríguez-Ramírez 2017; Chávez-Estrada *et al.* 2019; Eusebio-Valdes 2019). Por otro lado, se ha reportado una correlación positiva entre la abundancia de ciertas especies de murciélagos y la abundancia de insectos de los cuales se alimentan, y que a su vez coinciden con patrones estacionales de precipitación (Montiel *et al.* 2006; Novaes *et al.* 2017; Salvarina *et al.* 2018).

La disponibilidad del recurso a causa de los patrones estacionales no es el único factor que influye en la diversidad animal, ya que los cambios en la temperatura pueden modificar la presencia y actividad de muchas especies. Por ejemplo en latitudes por arriba de los trópicos, donde la temperatura puede descender drásticamente en ciertos momentos del año, genera que las especies realicen movimientos locales a sitios con temperaturas cálidas o bien sufran periodos de hibernación o de torpor en algunas especies de murciélagos (Gonsalves y Law 2018). Bajo este contexto las ciudades podrían estar jugando un papel como refugios temporales para las especies de murciélagos durante algunos periodos de la temporada fría, al amortiguar los efectos de las bajas temperaturas en el ambiente, al estar irradiando calor al medio urbano por materiales impermeables durante la noche (Villanueva-Solis *et al.* 2013; Gonsalves y Law 2018).

Se considera entonces que la heterogeneidad ambiental generada por la urbanización creará áreas con características diferentes, y por lo tanto un gradiente de impacto humano, lo que generará variaciones en los niveles de aptitud para la presencia de murciélagos. Por tal motivo en este trabajo únicamente abordaremos el enfoque de gradiente sobre la diversidad animal dentro de la ciudad. Por lo cual nos propusimos como objetivo evaluar la respuesta de la comunidad de murciélagos a un gradiente de aptitud para este grupo animal en la ciudad de Morelia, Michoacán. Nos propusimos además evaluar el impacto estacional en la comunidad de murciélagos a lo largo de este gradiente de aptitud. Debido a los potenciales efectos diferenciales de este impacto humano sobre el nivel de aptitud para cada especie de la comunidad de murciélagos tenemos tres predicciones que involucran la congruencia del grado de aptitud con expectativas de los patrones de diversidad. Primero, debido al impacto

negativo de la urbanización, predecimos efectos negativos en las especies y por lo tanto se tendrá menor riqueza y abundancia de murciélagos conforme se reduce el nivel de aptitud en las zonas de la ciudad. También predecimos un incremento en la dominancia de especies conforme disminuya el nivel de aptitud en respuesta a la reducción de zonas con vegetación arbórea dentro de la ciudad. Finalmente, esperamos que el gremio de insectívoros de espacios abiertos sea favorecido por las condiciones de aptitud dentro de la matriz urbana, registrando menores cambios en sus abundancias con la estacionalidad. Una congruencia de los patrones de diversidad con nuestras predicciones estaría indirectamente validando el gradiente de impacto humano estimado para la ciudad de Morelia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El estudio se realizó en la ciudad de Morelia, Michoacán (19°52' y 19°26' latitud norte y 101°02' y 101°31' longitud oeste). El clima es principalmente templado subhúmedo con lluvias en verano. El área de Morelia registra una temperatura entre 10.4 y 27.5°C, y una precipitación media anual de 796.5 mm (Servicio Meteorológico Nacional 2019). El 75% de la precipitación es registrada entre los meses de junio a septiembre, seguida por una larga estación seca que va de octubre a mayo. La ciudad de Morelia se encuentra a una altitud de 1,900 msnm en la parte más baja y 2,100 msnm en la más alta. En las últimas tres décadas se ha observado en la ciudad de Morelia un crecimiento urbano completamente acelerado hacia la periferia, con lo cual la ciudad ha crecido 400% (López *et al.* 2001; MacGregor 2010) Para el año 2000, la ciudad de Morelia contaba con una población de 549,404 habitantes (INEGI 2000); sin embargo, para el año 2015 la población aumentó a 784,776 habitantes y su extensión era de 1,198.913 Km² (INEGI 2015). Esto coloca a Morelia dentro de las ciudades medianas (López *et al.* 2001; MacGregor 2010). Algunos autores mencionan la importancia de hacer evaluaciones de las comunidades de murciélagos en ciudades de tamaño medio ya que representan condiciones más comunes a nivel global, ya que la mayoría de los trabajos suelen hacerse en ciudades de tamaños grandes (Li y Wilkins 2014; Moretto y Francis 2017). Estudios realizados sobre la comunidad de murciélagos utilizando redes de niebla en Morelia han reportado un efecto negativo de la cercanía de la ciudad sobre la diversidad de especies. Estos estudios

encuentran una pérdida de gremios tróficos al interior de la ciudad, principalmente por especies nectarívoras (Martínez-Mijares 2016). Por otro lado, estos autores reportan que las áreas dentro de la ciudad con vegetación arbórea han favorecido ciertos gremios como el de los frugívoros e insectívoros (Chávez-Estrada 2015; Martínez-Mijares 2016).

Se utilizaron unidades de muestreo dentro de la ciudad previamente definidas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), conocidas como unidades geoestadísticas básicas (AGEBs). Para delimitar la ciudad de Morelia así como nuestra área de estudio, únicamente se seleccionaron las AGEBs urbanas. Estas AGEBs están delimitadas por calles o andadores que contienen un conjunto de manzanas, por lo cual forman polígonos fijos que permiten hacer comparaciones entre ellas ya que periódicamente son caracterizadas en los Censos de Población y Vivienda de INEGI (INEGI 1980; INEGI 2010). Estas AGEBs son áreas que pueden ser caracterizadas con un número de variables socio-económicas, así como variables ambientales como los tipos de uso de suelo urbano y por lo tanto pueden indicar diferentes niveles de impacto humano y a su vez un probable nivel asociado de aptitud para la presencia de murciélagos (Li y Wilkins 2014).

Evaluación del nivel de aptitud para murciélagos en la ciudad de Morelia

Para obtener una representación del nivel de aptitud para la presencia de murciélagos en la ciudad de Morelia, se consideraron características intrínsecas de las viviendas en cada AGEB a partir del Censo de Población y Vivienda del año 2000 (INEGI 2000). Este Censo cuenta con 170 variables evaluadas a nivel de vivienda. De este censo se seleccionaron cinco variables que se consideraron características intrínsecas de las viviendas que podían influir en la presencia de murciélagos: i) número de viviendas con más de un cuarto, ii) material de techos y paredes, iii) disponibilidad de luz eléctrica, iv) drenaje y v) agua entubada. Sin embargo, estas variables estuvieron altamente correlacionadas por lo que terminamos utilizando únicamente las variables de número de viviendas con material de construcción de techos y número de viviendas con más de un cuarto en subsecuentes análisis.

Los datos del censo del año 2000 se utilizaron ya que es el último censo en el fueron evaluadas estas variables. La variable número de casas con material de construcción de techos considera dos niveles a) precario (materiales ligeros como tejas o naturales) y b) no precario (losa de concreto, tabique, ladrillo etc.). Consideramos que los materiales precarios de construcción incrementan la probabilidad de que los murciélagos lleguen a refugiarse. El número de viviendas con más de un cuarto por AGEB podrían tener mayores probabilidades de albergar murciélagos en comparación a las viviendas con un solo cuarto. Por último, para ambas variables se obtuvo la proporción de viviendas por unidad de AGEB.

Además para obtener la representación del nivel de aptitud para la presencia de murciélagos se obtuvo un mapa de coberturas de uso de suelo urbano que fue utilizado junto con las variables censales. Para obtener el mapa de cobertura para la ciudad se utilizaron imágenes satelitales de Google Earth de alta resolución (20m). Las coordenadas extremas de esta imagen fueron 1)-11275088.39, 2226722.00, 2)-11252729.96, 2245755.42 (Zona 14 UTM/WGS 84). Con esta imagen de la ciudad se generó un mapa indicando tres tipos de cobertura de la ciudad: a) zonas con vegetación arbórea, b) zonas abiertas, es decir, sitios sin presencia de cobertura vegetal arbórea o estructuras humanas como edificios y viviendas y c) zonas de construcción como viviendas y edificios dentro de la ciudad de Morelia. El mapa se realizó utilizando una clasificación no supervisada con campos de entrenamiento para los tres tipos de cobertura de la ciudad, los cuales se caracterizaron al extraer valores de los píxeles de la imagen mediante el paquete raster (Hijmans 2019) para R 3.5.0 (R Core Team 2018). Posteriormente se realizó un árbol de clasificación utilizando el paquete rpart. Se obtuvo la proporción para los tres tipos de cobertura por unidad de AGEB.

Por último, el mapa del gradiente de nivel de aptitud para la presencia de murciélagos de la ciudad de Morelia se generó a partir de un análisis multicriterio mediante el software ILWIS 3.3. Para este análisis multicriterio se utilizaron cinco variables: la proporción de los tres tipos de cobertura por AGEB obtenidas de la imagen satelital, así como las dos variables asociadas a las viviendas obtenidas del Censo de INEGI 2000. Las cinco variables se estandarizaron con valores entre 0-100, siendo 100 el valor óptimo de aptitud para la

presencia de murciélagos. A las variables estandarizadas posteriormente se les asignó un peso diferencial con base a la opinión de expertos para indicar como las variables influían en la presencia de los murciélagos. En este caso, seleccionamos la cobertura vegetal arbórea como la variable con mayor peso. El análisis multicriterio permite analizar explícitamente diferentes escenarios al modificar el peso de las variables, lo que permite realizar tomas de decisiones más efectivas (Moffett y Sarkar 2006; Zucca *et al.* 2008; Comino *et al.* 2014).

El análisis multicriterio permitió obtener una zonificación de la ciudad de Morelia ponderada de acuerdo al nivel de aptitud para la presencia de murciélagos. Esta zonificación resultó en AGEBS siendo asignadas a tres categorías de nivel de aptitud para la presencia de murciélagos. En general el nivel de aptitud bajo estuvo preferentemente al norte de la ciudad y la aptitud media al sur de la ciudad. Las AGEBS con aptitud alta se localizaron en la periferia de la ciudad en su porción sur (Figura 1). Las AGEBS con aptitud baja se caracterizaron por presentar en su mayoría zonas abiertas (56%) y zonas de construcción (42%), mientras que las AGEBS con aptitud alta presentaron en su mayoría zonas con vegetación arbórea (52%), y en menor proporción zonas de construcción (15%) (Tabla 1). Se seleccionaron cuatro AGEBS por categoría del nivel de aptitud distribuyéndolas de forma homogénea en la ciudad.

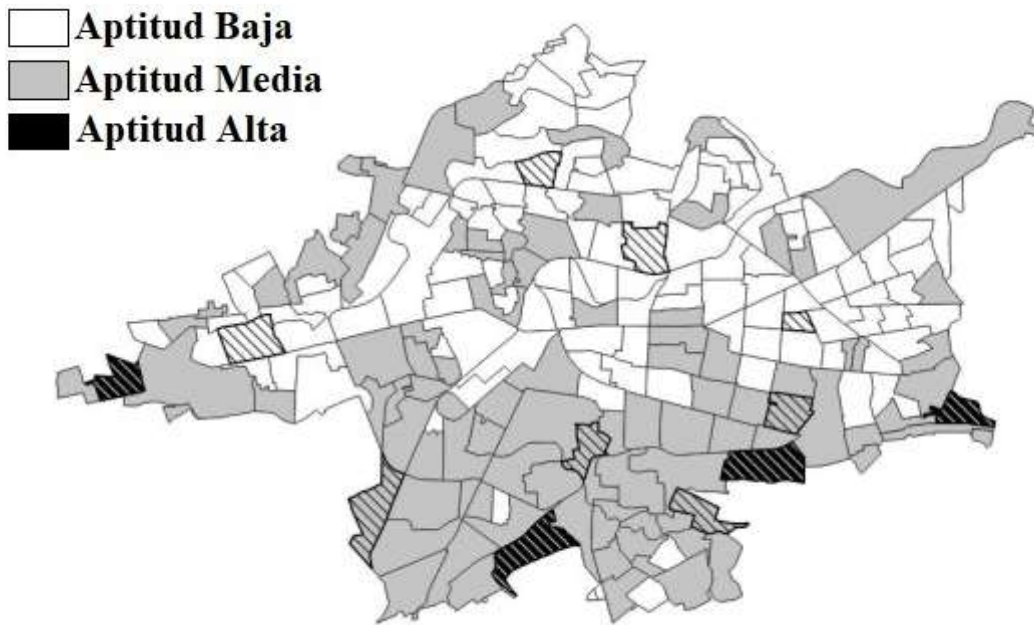


Figura 1. Mapa de la ciudad de Morelia representado el nivel de aptitud para la presencia de murciélagos. Sitios marcados con trama representan los sitios de muestreo seleccionados.

Tabla 1. Descripción de la proporción de los tipos de cobertura por categoría de aptitud.

	Zonas abiertas	Zonas de construcción	Zonas con vegetación arbórea
Aptitud Baja	56 % (48 - 64)	42 % (32 - 52)	2 % (0 - 5)
Aptitud Media	47 % (39 - 58)	39 % (25 - 54)	14 % (7 - 24)
Aptitud Alta	33 % (18 - 42)	15 % (10 - 19)	52 % (42 - 63)

Registro acústico de murciélagos

Se realizaron evaluaciones de la comunidad de murciélagos en las cuatro AGEBs por cada una de las tres categorías de nivel de aptitud. Estas evaluaciones se realizaron durante dos días antes y dos días después de la luna nueva desde el mes de noviembre 2018 a octubre 2019. Cada una de las AGEBs para cada categoría fue evaluada una sola vez cada ciclo lunar. Durante este periodo de muestreo se registró la actividad de murciélagos desde 30 minutos antes del anochecer y hasta 30 minutos después del amanecer (Hourigan *et al.* 2006). El muestreo se realizó utilizando detectores ultrasónicos autónomos (Song Meter SM4BAT FS), los cuales han sido propuestos como una herramienta para obtener mayor información sobre la diversidad de murciélagos al registrar especies insectívoras aéreas que difícilmente pueden ser capturadas con métodos tradicionales como las redes de niebla. Los ajustes de grabación se seleccionaron *a priori* con la finalidad de mantener homogeneidad en la toma de datos a lo largo del muestreo (Ganancia 12dB, Filtro alto de 16k apagado, Frecuencia de muestreo 500 kHz, Duración mínima 1.5ms, Sin duración máxima, Nivel de disparo 12 dB, Ventana de disparo 3s).

Identificación de especies

Para la identificación de las vocalizaciones de los murciélagos se utilizó el análisis RandomForest por medio del paquete randomForest (Liaw y Wiener, 2002) para R 3.5.0 (R Core Team 2018), el cual consiste en un conjunto de árboles de clasificación, los cuales son remuestreados de forma aleatoria. Se realizó una lista de las especies que potencialmente podrían estarse distribuyendo geográficamente dentro del área de estudio con base en tres fuentes bibliográficas: Medellín *et al.* (2007); Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012); CONABIO (2018). Para probar la eficacia en la clasificación de especies se usó una porción de la base de datos de Zamora-Gutiérrez *et al.* (2016), utilizando únicamente aquellas especies presentes en la lista de especies potenciales para Morelia. El entrenamiento del modelo fue verificado con otro conjunto de datos de la misma base; utilizando los parámetros del modelo indicados en Zamora-Gutiérrez *et al.* (2016). El modelo resultante tuvo una eficacia del 65%. Se realizó la asignación de las identidades a los registros obtenidos con las grabadoras autónomas por medio de un segundo procedimiento RandomForest. La extracción de los parámetros de los registros obtenidos con las grabadoras autónomas, se realizó mediante el software Kaleidoscope Pro 3. Se

utilizaron ocho parámetros para la asignación de especies a los registros acústicos: i) Frecuencia constante (Fc), ii) Frecuencia máxima (Fmax), iii) Frecuencia mínima (Fmin), iv) Ancho de banda (Bndwdth), v) Frecuencia de la rodilla (Fk), vi) Duración (Dur), vii) Pendiente inicial (S1) y viii) Calidad (Qual). Por último se revisaron manualmente los registros acústicos de las especies una hora y media después del comienzo y antes del término de cada sesión de muestreo con la finalidad de corroborar que no hubiera errores en la identificación con ruidos urbanos u otras especies animales.

Análisis de datos

La abundancia relativa de cada especie se estimó al contabilizar la presencia de cada especie durante intervalos de un minuto. Posteriormente se contabilizó el número de intervalos con presencia de murciélagos durante cada noche de muestreo por sitio (Miller 2001). Este procedimiento permite reducir no solo el sesgo en la interpretación de los registros acústicos sino también la sobreestimación de la abundancia de una especie muestreada (Hourigan *et al.* 2010) siempre y cuando sean al menos dos pulsos de las vocalizaciones dentro del intervalo de tiempo (Miller 2001; Hourigan *et al.* 2010; Trejo-Ortiz 2011). Este método se ha utilizado para realizar estimaciones de abundancia inclusive en otros grupos animales como las aves (Celis-Murillo *et al.* 2009; Celis-Murillo *et al.* 2014).

Los análisis se realizaron por AGEB para el periodo anual y de manera particular para la temporada Seca [SE] que incluyó los meses de octubre a mayo y la temporada de Lluvias [LL] que incluyó los meses de junio a septiembre. Se generaron curvas de rango abundancia por categoría de nivel de aptitud considerando la abundancia relativa en escala logarítmica base 10 (Barrientos-Medina *et al.* 2016). La diversidad de las AGEBs se evaluó mediante el índice de Simpson para determinar la dominancia de las especies, así como el índice de Shannon-Wiener para analizar la equitatividad en cada categoría. Además para poder comparar los resultados de dominancia y los de equitatividad por categoría de aptitud, se obtuvieron los primeros tres números de Hill (Hill 1973; Jost 2006; Moreno *et al.* 2011). El primer número de Hill (q_0), corresponde a la riqueza específica. El segundo número (q_1), es una medida del número de especies con valores similares de abundancia y se obtiene al elevar exponencialmente el valor del índice de Shannon. El tercer número

(q_2), evalúa el número de especies dominantes, dado por el inverso del valor del índice de Simpson. Esta serie de números se considera que presenta números efectivos de las especies en cada muestra para cada componente de diversidad (Hill 1973; Moreno, 2001; Moreno *et al.* 2017).

Para evaluar la similitud entre AGEBs con diferente nivel de aptitud en términos de la composición de especies de murciélagos se realizó un análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico (NMDS), basado en una matriz de similitud de Bray-Curtis. Como medida de la bondad de ajuste en la ordenación de los datos se utilizó el valor de stress, el cual presenta valores de 0 a 1, siendo los valores más cercanos a 0 una mejor representación de la ordenación respecto a los datos originales (Oksanen *et al.* 2019). Por lo tanto las distancias entre los datos en los planos de ordenación del NMDS van a reflejar el grado de similitud en términos de la riqueza y abundancia de murciélagos presente entre ellos, es decir entre mayor sea la similitud que haya entre dos AGEBs estas se encontrarán más cercanas en el plan de ordenación debido a que la composición de especies de murciélagos es parecida entre ambos sitios.

Por último, para analizar la relación entre los componentes de diversidad (q_0 , q_1 , q_2) y la abundancia relativa entre las categorías de aptitud considerando un efecto estacional de la ciudad de Morelia, se realizaron Modelos Lineales Mixtos Generalizados (GLMM) de manera independiente. En todos los modelos se consideró la categoría del nivel de aptitud y la temporada como efectos fijos. Dado que las variables explicativas corresponden a medidas repetidas, cada punto de muestreo (AGEB) y su categoría de nivel de aptitud correspondiente se especificaron como factores aleatorios dentro cada modelo. Para el modelo de q_0 y de abundancia relativa se utilizó una distribución de error binomial negativa mediante los paquetes `lme4` y `glmmTMB` respectivamente (Bates *et al.* 2015; Brook *et al.* 2017). Para el caso del modelo de abundancia relativa se consideró también una inflación por ceros. Los modelos de q_1 y q_2 se realizaron con distribuciones lognormal en ambos casos mediante el paquete `lme4`.

RESULTADOS

Riqueza y abundancia de murciélagos de la ciudad de Morelia

Se muestrearon 48 noches en 12 sitios dentro de la ciudad de Morelia, con un esfuerzo de muestreo total equivalente a 112,320 minutos de grabación. Durante este periodo se registró un total de 36 especies, pertenecientes a 22 géneros y 6 familias. Además, al considerar la clasificación de gremios propuesta por Kalko *et al.* (1996) se observaron seis gremios alimenticios presentes dentro de la ciudad: Gremio 1) murciélagos insectívoros de espacios abiertos; Gremio 2) murciélagos insectívoros de sustrato; Gremio 3) murciélagos frugívoros; Gremio 4) murciélagos nectarívoros; Gremio 5) murciélagos hematófagos; y Gremio 6) murciélagos piscívoros (Tabla 2).

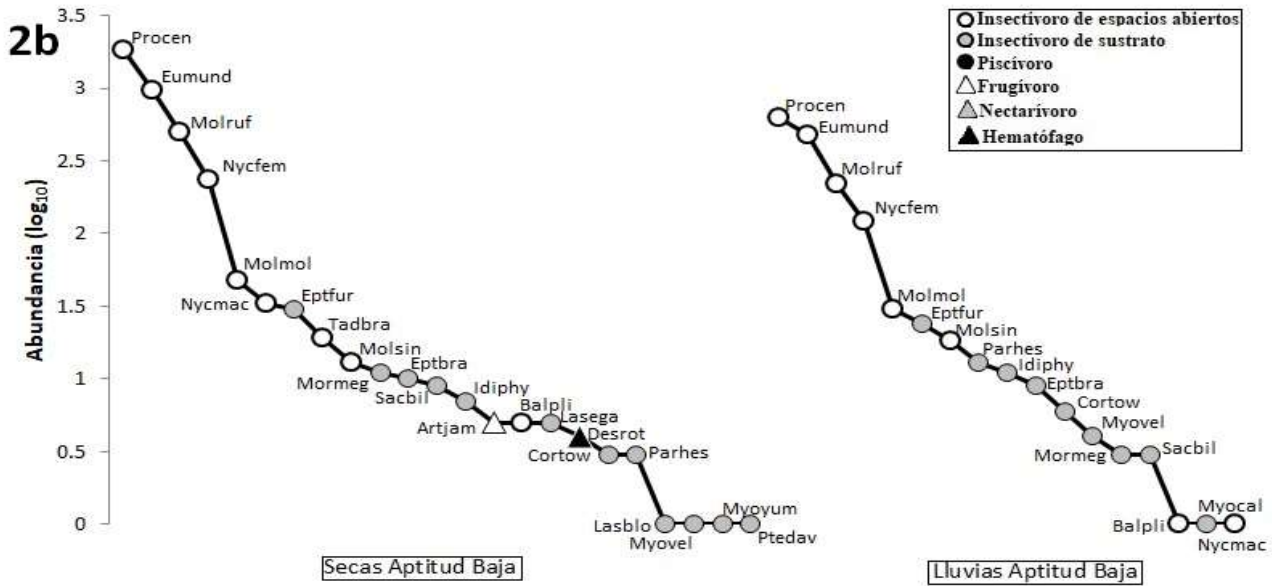
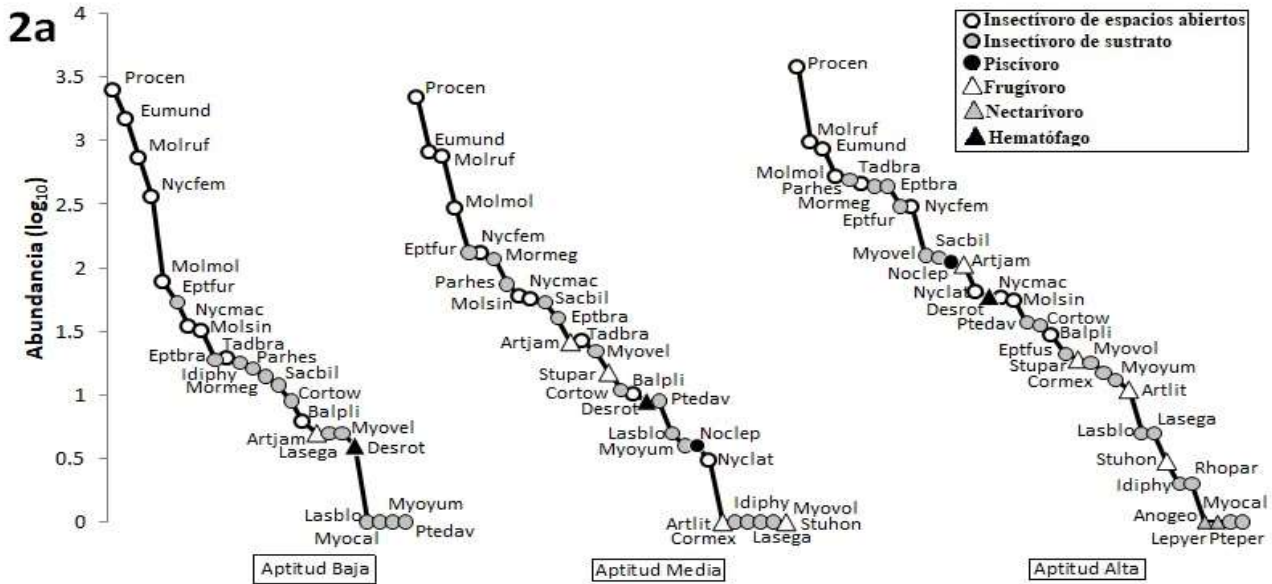
Tabla 2. Listado taxonómico de especies registradas durante el periodo de muestreo en cada categoría de aptitud.

Gremio	Familia	Género	Especie	Acrónimo	Categorías de aptitud		
					Baja	Media	Alta
Frugívoro	Phyllostomidae	Artibeus	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Artjam	x	x	x
			<i>Artibeus lituratus</i>	Artlit		x	x
		Sturnira	<i>Sturnira hondurensis</i>	Stuhon		x	x
			<i>Sturnira parvidens</i>	Stupar		x	x
Hematófago	Phyllostomidae	Desmodus	<i>Desmodus rotundus</i>	Desrot	x	x	x
Insectívoro de espacios abiertos	Emballonuridae	Balantiopteryx	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Balpli	x	x	x
	Molossidae	Eumops	<i>Eumops underwoodi</i>	Eumund	x	x	x
		Molossus	<i>Molossus molossus</i>	Molmol	x	x	x
			<i>Molossus rufus</i>	Molruf	x	x	x
			<i>Molossus sinaloae</i>	Molsin	x	x	x
		Nyctinomops	<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	Nycfem	x	x	x
			<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	Nyclat		x	x
			<i>Nyctinomops macrotis</i>	Nycmac	x	x	x
		Promops	<i>Promops centralis</i>	Procen	x	x	x
	Tadarida	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Tadbra	x	x	x	

Insectívoros de sustrato	Emballonuridae	Saccopteryx	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Sacbil	x	x	x
	Mormoopidae	Mormoops	<i>Mormoops megalophylla</i>	Mormeg	x	x	x
		Pteronotus	<i>Pteronotus davyi</i>	Ptedav	x	x	x
			<i>Pteronotus personatus</i>	Pteper			x
	Vespertilionidae	Corynorhinus	<i>Corynorhinus mexicanus</i>	Cormex		x	x
			<i>Corynorhinus townsendii</i>	Cortow	x	x	x
		Eptesicus	<i>Eptesicus brasiliensis</i>	Eptbra	x	x	x
			<i>Eptesicus furinalis</i>	Eptfur	x	x	x
			<i>Eptesicus fuscus</i>	Eptfus			x
		Idionycteris	<i>Idionycteris phyllotis</i>	Idiphy	x	x	x
		Lasiurus	<i>Lasiurus blossevillii</i>	Lasblo	x	x	x
			<i>Lasiurus ega</i>	Lasega	x	x	x
		Myotis	<i>Myotis californicus</i>	Myocal	x		x
			<i>Myotis velifer</i>	Myovel	x	x	x
	<i>Myotis volans</i>		Myovol		x	x	
<i>Myotis yumanensis</i>	Myoyum		x	x	x		
Parastrellus	<i>Parastrellus hesperus</i>	Parhes	x	x	x		
Rhogeessa	<i>Rhogeessa parvula</i>	Rhopar			x		
Nectarívoro	Phyllostomidae	Anoura	<i>Anoura geoffroyi</i>	Anogeo			x
		Leptonycteris	<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	Lepyer			x
Piscívoro	Noctilionidae	Noctilio	<i>Noctilio leporinus</i>	Noclep		x	x

De manera general la ciudad de Morelia estuvo representada por especies de murciélagos insectívoros obteniendo cerca del 98% del total de registros, sin embargo, únicamente tres especies de murciélagos pertenecientes al gremio de insectívoros de espacios abiertos dominaron la abundancia en las tres categorías de aptitud: *Promops centralis* (47%, 45%, y 40%, para las categorías Baja, Media y Alta respectivamente), *Eumops underwoodi* (27%, 17%, y 29%, para las categorías Baja, Media y Alta respectivamente), y *Molossus rufus* (13%, 15%, y 10% para las categorías Baja, Media y Alta respectivamente). De manera particular se observaron cambios en la comunidad de murciélagos a nivel de gremios entre las categorías de aptitud. La categoría Baja estuvo representada en gran parte por especies de murciélagos insectívoros, mientras que en la categoría Media la riqueza de especies frugívoras incrementó, así como la presencia de *Noctilio leporinus*. La categoría Alta fue la única en donde se registró la presencia de especies nectarívoras, así como un incremento en la abundancia tanto de especies insectívoras de sustrato como de especies frugívoras y las especies *Desmodus rotundus* y *N. leporinus* (Figura 2a).

Por otra parte, este mismo patrón de dominancia de especies insectívoras de espacios abiertos se mantuvo entre las tres categorías de aptitud al compararlas entre la temporada SE y LL; sin embargo, la abundancia de *P. centralis*, fue mayor durante la temporada SE respecto a la temporada LL. De igual forma se registraron cambios estacionales en la comunidad de murciélagos a nivel de gremios entre las categorías de aptitud. La categoría Baja durante la temporada LL registró únicamente especies insectívoras, mientras que durante la temporada SE presentó una especie frugívora y otra hematófaga (Figura 2b). La categoría Media registró la presencia de una especie piscívora durante la temporada SE únicamente, además que durante esta temporada la abundancia de especies frugívoras fue mayor que durante la temporada LL (Figura 2c). Por último, en la categoría Alta se observó un patrón similar al de la categoría Media al presentar mayor abundancia de especies frugívoras y de *D. rotundus* durante la temporada SE, no obstante, un grupo de especies insectívoras de sustrato conformado por las especies *Parastrellus hesperus*, *Eptesicus brasiliensis*, *Mormoops megalophylla* y *Eptesicus furinalis* aumentó su abundancia durante la temporada LL (Figura 2d).



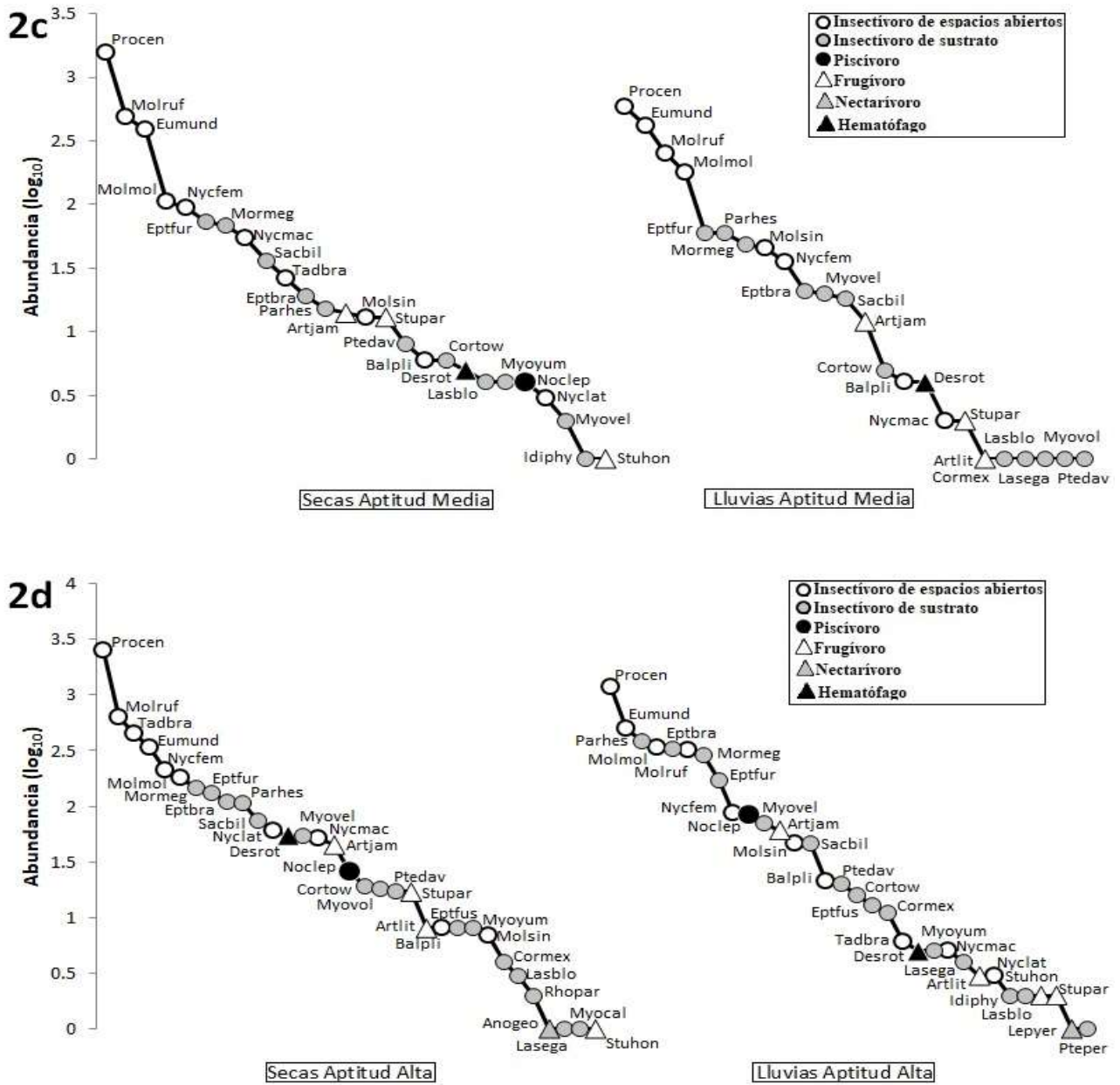


Figura 2. Curvas de rango abundancia de las especies de murciélagos por categoría del nivel de aptitud. a) comparación de categorías de aptitud para el periodo anual; y comparación de categorías de aptitud entre temporadas: b) aptitud Baja, c) aptitud Media, d) aptitud Alta. Nombre completo y acrónimo de las especies en Tabla 2.

Diversidad verdadera (números de Hill)

La diversidad dentro de la ciudad de Morelia, considerando los primeros tres números de Hill, indicó que para el periodo anual se tuvo un incremento en q_0 y q_1 conforme aumentó el nivel de aptitud. Mientras que q_2 tuvo un patrón inverso, con una disminución en función del nivel de aptitud. El número de Hill de orden 1 (q_0), o bien la riqueza de especies, para la categoría Baja presentó un número menor de especies promedio (promedio $q_0 = 17.5$ especies, rango = 14 - 23) en relación a la categoría Alta, donde se registró el mayor número de especies promedio (promedio $q_0 = 26.25$ especies, rango 14 - 33, Figura 3a). Respecto a las especies abundantes (q_1), la categoría Alta presentó el valor promedio más alto (Promedio $q_1 = 7.39$, rango = 5.22 - 9.03 especies, Figura 3b). La categoría de aptitud Baja presentó el valor promedio mayor de especies dominantes q_2 (Promedio $q_2 = 1.64$, rango = 1.43 - 1.88, Figura 3c). En este patrón gradual, los resultados del modelo lineal mixto generalizado indicaron que las categorías extremas de aptitud Baja y Alta ayudaron a explicar significativamente la varianza en los componentes de diversidad de q_0 , q_1 , q_2 ; mientras que la variable explicativa de categoría Media no ayudó a explicar la varianza encontrada (Tabla 3).

La temporada de lluvias (LL) presentó un efecto sobre la riqueza de especies q_0 (Figura 3d) y el número de especies dominantes q_2 (Figura 3f), ya que los valores mostraron una tendencia a ser ligeramente menores en comparación con la temporada seca (SE). Los valores de especies abundantes q_1 (Figura 3e), por otro lado presentaron un patrón inverso, con valores ligeramente superiores en la temporada LL. Los resultados del modelo lineal mixto generalizado indicaron que tanto la temporada LL como el nivel de aptitud Alto ayudaron a explicar significativamente la varianza en los componentes de diversidad, mientras que la abundancia relativa de murciélagos no presentó un efecto significativo en cuanto a la temporada SE ni a las categorías de aptitud Media y Baja (Tabla 3).

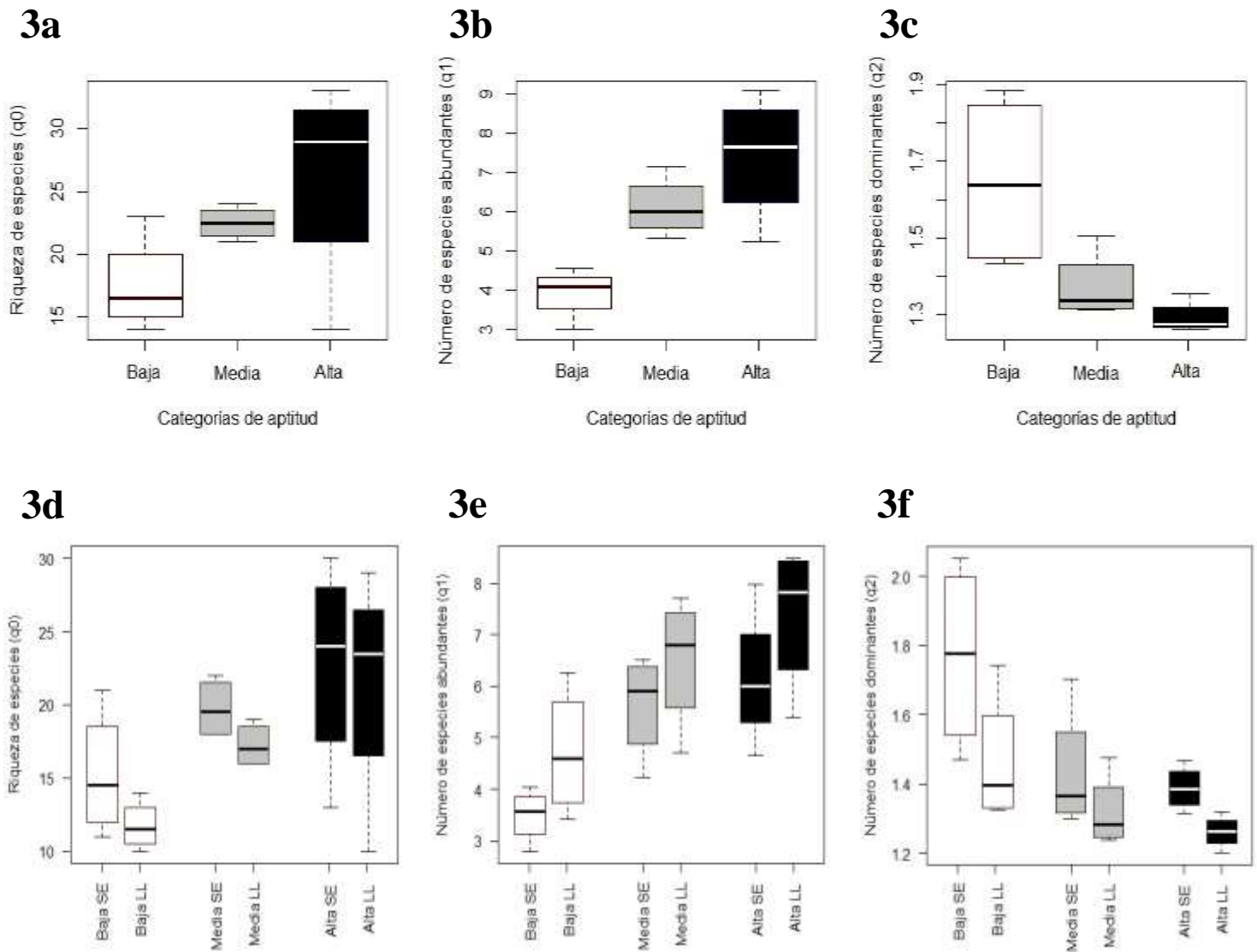


Figura 3. Valores de los primeros tres números de Hill para la diversidad de murciélagos por categoría de aptitud. Las líneas sobre las barras representan desviación estándar. La parte superior representa el periodo anual, mientras que la parte inferior la comparación por temporadas SE vs LL. a) y d) riqueza de especies (q_0); b) y e) número de especies abundantes (q_1); c) y f) número de especies dominantes (q_2).

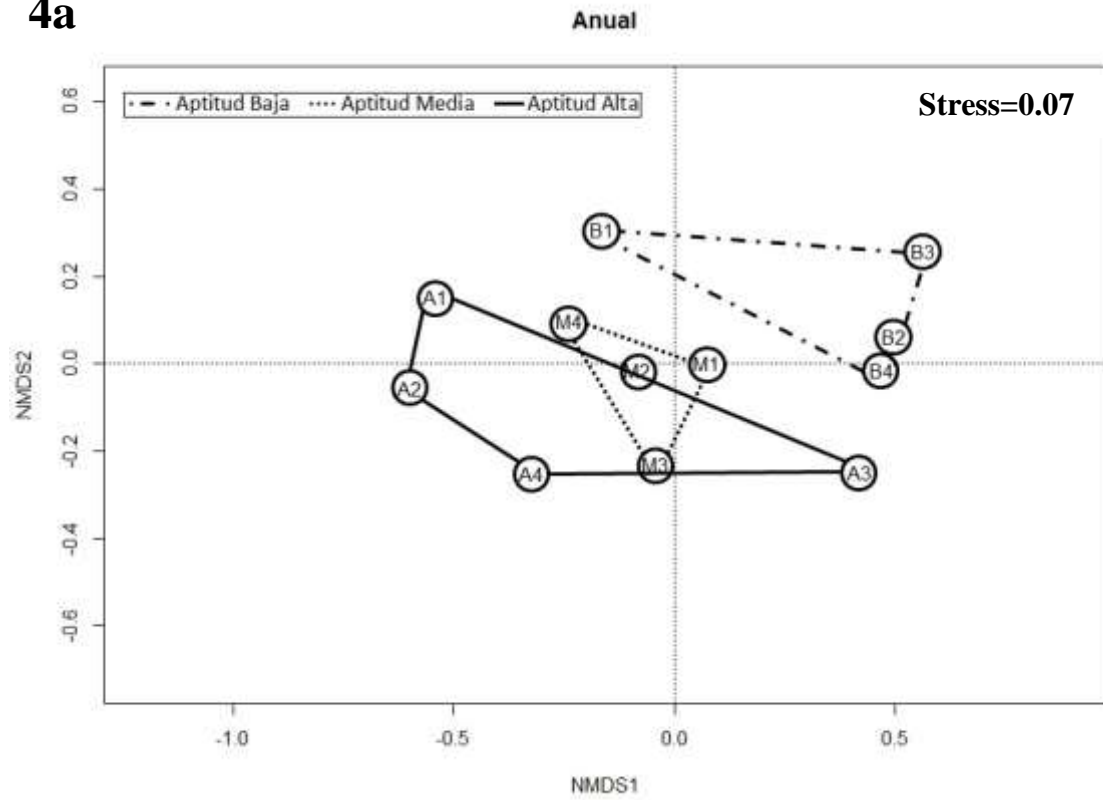
Tabla 3. Resultados del modelo linear mixto generalizado (GLMM) de la evaluación de la relación de los componentes de diversidad q0, q1, q2 y la abundancia relativa de murciélagos con las categorías de aptitud en un periodo anual. Las variables predictivas de categoría de aptitud Alta y la temporada LL se encuentran incluidas en el intercepto. Los intervalos de confianza al 95% se muestran entre paréntesis.

<i>Variables predictivas</i>	q0		q1		q2		Abundancia relativa	
	<i>Estimado</i>	<i>p</i>	<i>Estimado</i>	<i>p</i>	<i>Estimado</i>	<i>p</i>	<i>Estimado</i>	<i>p</i>
Intercepto	2.58 (2.33 – 2.82)	<0.001	1.85 (1.71 – 1.98)	<0.001	0.27 (0.17 – 0.38)	<0.001	1.57 (0.96 - 2.17)	<0.001
Seca	-0.17 (-0.19 – -0.15)	<0.001	-0.23 (-0.25 – -0.22)	<0.001	0.14 (0.13 – 0.15)	<0.001	-0.19 (-0.39 - 0.004)	0.055
Baja	-0.50 (-0.85 – -0.14)	0.005	-0.42 (-0.61 – -0.23)	<0.001	0.2 (0.05 – 0.36)	0.01	-0.38 (-1.23 - 0.46)	0.374
Media	-0.16 (-0.51 – 0.19)	0.373	-0.1 (-0.29 – 0.09)	0.293	0.01 (-0.14 – 0.16)	0.892	-0.55 (-1.39 - 0.30)	0.203
Observaciones	5148		5148		5148		5148	

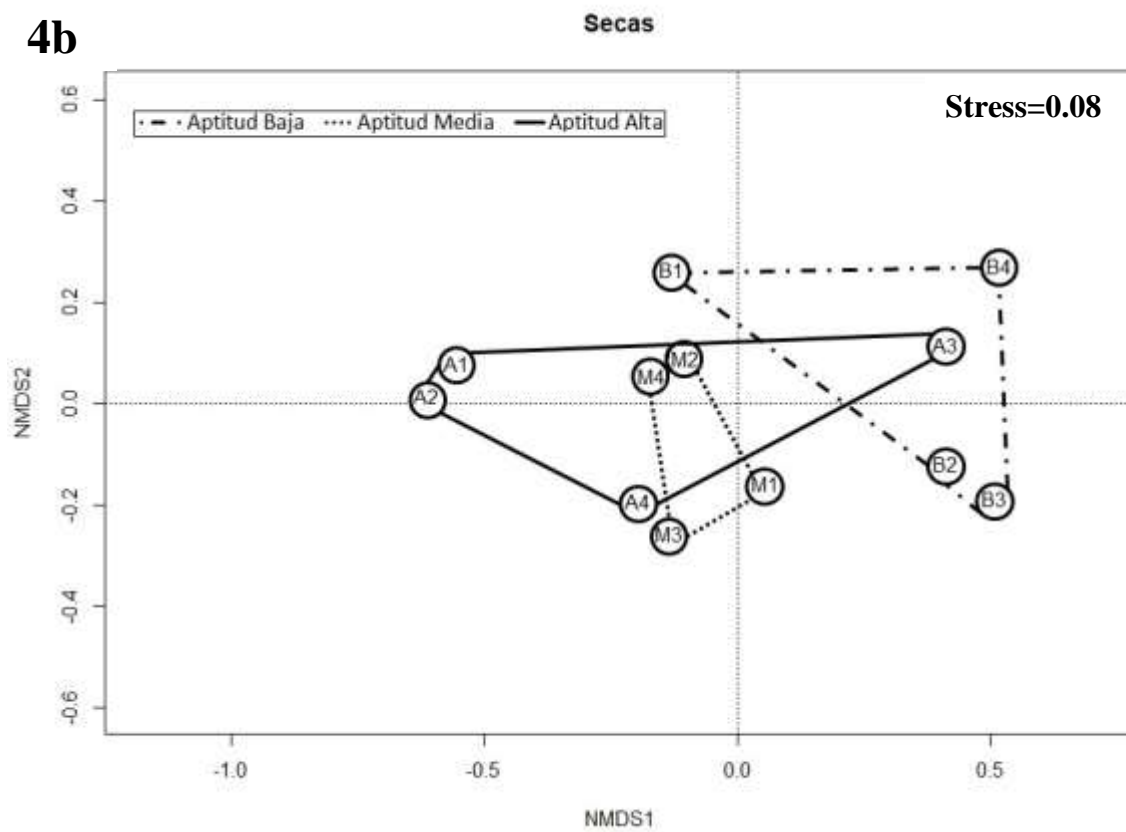
Similitud en la composición de especies entre AGEBs

Los resultados del escalamiento multidimensional no métrico indicaron que la composición de especies varió entre las categorías de aptitud. Para el periodo anual se observó que existe un traslape en el ordenamiento de las AGEBs de las categorías Media y Alta, mientras que las AGEBs de la categorías Baja se encontraron formando un grupo por separado (Stress = 0.07, Figura 4a). Este mismo patrón se observó al evaluar el ordenamiento de las AGEBs durante la temporada LL (Stress = 0.08, Figura 4c). A diferencia de los patrones anteriores, durante la temporada SE la composición de especies fue similar entre las categorías de aptitud, ya que se observó un traslape entre las AGEBs de la categoría Alta con las demás categorías de aptitud (Stress = 0.08, Figura 4b).

4a



4b



4c

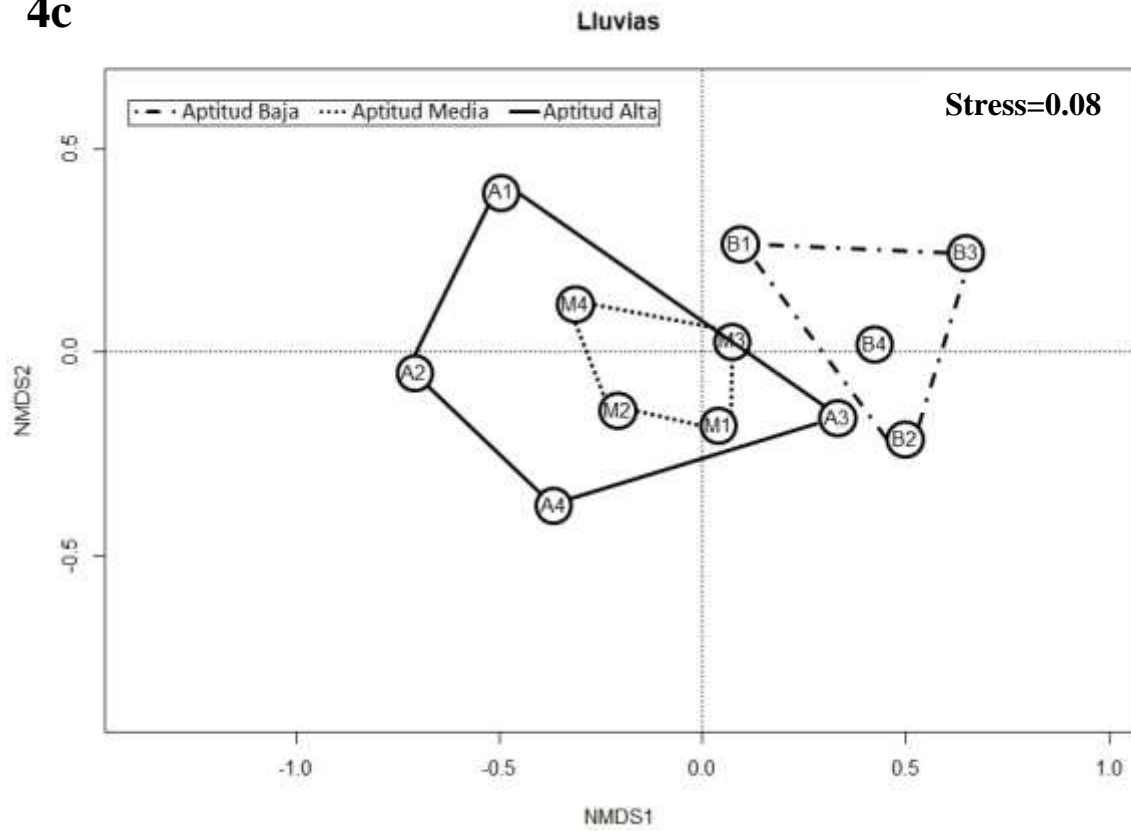


Figura 4. Biplot del escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) de la similitud entre AGEBs con diferente nivel de aptitud. Los polígonos representan las categorías de aptitud. Los círculos representan las AGEBs de cada categoría de aptitud.

DISCUSIÓN

En este estudio se obtuvo que la categoría de aptitud Alta para la presencia de murciélagos presentó la mayor riqueza y número de especies abundantes, además de que fue la única categoría donde se registró la presencia de dos especies nectarívoras (*L. yerbabuena* y *A. geoffroyi*), las cuales en estudios anteriores se había reportado una pérdida a nivel de gremio por parte de especies nectarívoras al interior de la ciudad de Morelia (Chávez-Estrada 2015; Martínez-Mijares 2016). Este patrón de riqueza y número de especies abundantes en la categoría de aptitud Alta puede ser explicado porque la categoría Alta se caracterizó por tener AGEBs con una elevada proporción de zonas con vegetación arbórea (> 50%) en comparación a las zonas abiertas y de construcción. Estos registros de ambas especies de murciélagos nectarívoros únicamente en zonas de aptitud Alta, reafirman la importancia de las áreas con vegetación arbórea dentro de la ciudad. Trabajos anteriores mencionan que los sitios con vegetación arbórea albergan mayor diversidad de especies de murciélagos en comparación a sitios con áreas abiertas (Ávila-Flores y Fenton 2005; Hourigan *et al.* 2010; Suarez-Rubio *et al.* 2018). Por lo tanto, la vegetación dentro de las áreas urbanas puede jugar un papel importante para las especies de murciélagos al servir como refugios para especies que se perchan entre el follaje de los árboles (Entwistle *et al.* 1997), o en aquellas especies adaptadas al forrajeo en espacios cerrados, las cuales por lo general presentan una capacidad de desplazamiento menor (Klingbeil y Willig 2009). Además las zonas con vegetación arbórea suelen ser consideradas áreas con mayor productividad, en comparación a zonas abiertas por ejemplo, generando condiciones adecuadas para el forrajeo de distintos gremios de murciélagos, como pueden ser insectívoros de sustrato, frugívoros y nectarívoros (Threlfall *et al.* 2012).

La vegetación arbórea en los ambientes urbanos ha sido de los factores principales beneficiando a la comunidad de murciélagos. La ciudad de Morelia presenta cerca de 9 áreas importantes de zonas con vegetación arbórea que varían en tamaño entre 10 ha y 118 ha. Siete de estas áreas con vegetación arbórea se encuentran al sur de la ciudad, mientras que dos se localizan en la porción norte. Estas características en cuanto a la vegetación arbórea en la ciudad de Morelia podrían estar amortiguando el efecto negativo de la zona urbana sobre la diversidad de murciélagos al menos en la parte sur.

En la ciudad de Morelia se registró una riqueza de 36 especies a lo largo del periodo de muestreo, lo que representa un incremento de cerca del doble de las especies reportadas en estudios anteriores (Chávez-Estrada 2015; Martínez-Mijares 2016; Ferreyra-García *et al.* 2017). Este aumento en la riqueza de especies puede ser explicado debido a que los métodos de captura tradicionales, utilizando redes de niebla, registran una fracción reducida de la comunidad de murciélagos. Esta reducción en la eficiencia de captura ocurre sobre todo en aquellas especies de murciélagos insectívoros que sobrevuelan por arriba del alcance de detección de las redes de niebla (Granados-Herrera 2001; Miller 2001; Mora *et al.* 2002; Hourigan *et al.* 2006; Jung y Kalko 2010; Trejo-Ortiz 2011; Blackthorn 2013). No obstante también reconocemos que las técnicas de muestreo utilizando métodos bioacústicos podrían estar subestimando la riqueza de especies que estén mayormente influenciadas a los sitios cerrados como pueden ser dentro de la vegetación, los cuales son preferentemente evitados al utilizar grabadoras autónomas.

Obtuvimos para la ciudad de Morelia una dominancia consistente de tres especies a lo largo de las tres categorías de aptitud. Lo que reafirma lo dicho por Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors (2009); Dixon (2012); Moretto y Francis (2017) que sugieren alta dominancia de pocas especies en zonas urbanas. Además, cabe señalar que las tres especies dominantes presentan la misma estrategia de forrajeo, es decir, pertenecen al gremio de insectívoros de espacios abiertos, esto es importante ya que podría estar relacionado con los requerimientos alimenticios y las tendencias a ser generalistas de las tres especies y por lo tanto explotar las zonas urbanas de mejor manera que las demás especies (Dixon 2012; Jung y Threlfall 2016; Li y Wilkins 2014; Jung y Threlfall 2018). Esto puede verse reflejado en mayor medida en la categoría Baja donde la dominancia de murciélagos fue superior en comparación a las demás categorías, probablemente debido a que las AGEBS dentro de esta categoría Baja se caracterizaron por presentar hasta el 56% de zonas abiertas beneficiando el forrajeo en estas especies y por otra parte, a que la ausencia de zonas con vegetación arbórea podría ser un factor limitante para las demás especies de murciélagos presentes en la ciudad.

Durante la temporada de lluvias se observó un incremento en el número de individuos de algunas especies de murciélagos insectívoros, tales como *P. hesperus*, *M. molossus*, *E. brasiliensis*, y *M. megalophylla* por mencionar algunos. Una explicación podría deberse a un aumento en la disponibilidad de recurso alimenticio para las especies insectívoras. En la ciudad de Morelia no existen trabajos relacionados con cambios estacionales en la abundancia de insectos voladores sin embargo en sitios cercanos a la ciudad de Morelia se ha visto que la abundancia de insectos voladores incrementa durante los meses de mayor precipitación (Jurado-Vargas 1990; Báez-SantaCruz 2011). Otra explicación del aumento de individuos a lo largo del año puede estar relacionada con los patrones reproductivos de las especies de murciélagos los cuales se han visto que en zonas templadas algunas especies como *Pipistrellus nathusii* y *Nyctalus noctula* ajustan sus periodos reproductivos cuando la disponibilidad de recurso alimenticio es mayor, y por lo tanto el aumento en la abundancia de individuos se debe a que las crías de murciélago llegan a una etapa donde pueden emprender el vuelo por sí solas y migrar a otros refugios (Racey y Entwistle 2000; Klingbeil y Willig 2010; Heim *et al.* 2016).

Valides de la categorización del nivel de aptitud para murciélagos en la ciudad de Morelia

La zonificación con base en el nivel de aptitud para la presencia de murciélagos en la ciudad de Morelia presentó un gradiente de norte a sur, siendo la parte norte de Morelia mayormente representada por categorías de Baja aptitud en comparación a la parte sur donde se observó mayor número de categorías con aptitud Media y Alta. Esto significa que las variables censales y de cobertura de uso del suelo permitieron identificar este gradiente de zonificación norte-sur. Además podría ser un reflejo de la ponderación principal hecha para estas variables y que potencialmente estén reflejando zonas de mejor calidad para las especies de murciélagos. Lo anterior se respalda con los resultados obtenidos en el NMDS donde se observa una separación de las categorías de aptitud Media y Alta con la categoría de aptitud Baja en términos de la composición de especies de murciélagos. Esta diferencia en la composición de especies entre las categorías del nivel de aptitud se puede observar en el gráfico de rango abundancia. Considerando los extremos en el gradiente de aptitud, la categoría de aptitud Baja estuvo representada por especies insectívoras tanto de sustrato como de espacios abiertos, así como de la especie *A. jamaicensis* la cual ha sido

considerada generalista a los ambientes urbanos dentro del gremio de murciélagos frugívoros (Saldaña-Vázquez y Schondube 2016). Por otra parte considerando el otro extremo de este gradiente de aptitud, la presencia de especies nectarívoras únicamente se registró en la categoría de aptitud Alta, así como un aumento en la abundancia de especies frugívoras, insectívoras de sustrato, hematófaga y piscívora confirmando que la comunidad de murciélagos es diferente dentro de la ciudad de Morelia.

Nuestro estudio entonces demuestra que el nivel de impacto corresponde a un gradiente de aptitud para murciélagos que coincide en algunos componentes de la diversidad. Las categorías de aptitud Baja y Alta particularmente fueron sensibles a la riqueza de especies y al número de especies abundantes, incrementando conforme aumentó el nivel de aptitud, mientras que el número de especies dominantes aumentó cuando el nivel de aptitud disminuyó debido a la baja proporción de zonas con vegetación arbórea. Morelia es considerada una ciudad de tamaño medio, y si los patrones de crecimiento de la ciudad continúan, el impacto sobre la comunidad de murciélagos a largo plazo será más acentuado principalmente para los individuos utilizando las zonas con vegetación arbórea dentro de la ciudad. Esto podría resultar en una pérdida de gremios, así como una dominancia aún mayor de especies insectívoras generalistas. Esto destaca que el diseño de la ciudad en sus planes de crecimiento debería de considerar fomentar la presencia de zonas con vegetación arbórea principalmente al norte de la ciudad de Morelia para que sirvan como zonas de amortiguamiento sobre especies de gremios como los frugívoros y nectarívoros.

CONCLUSIONES

La comunidad de murciélagos en la ciudad de Morelia presentó una variación en la diversidad de murciélagos que coincide con el nivel de aptitud para este grupo animal.

Existe una marcada dominancia de unas pocas especies de murciélagos insectívoros con estrategias de forrajeo en espacios abiertos.

La estacionalidad tiene un efecto sobre la diversidad de murciélagos en la ciudad de Morelia al incrementar potencialmente la disponibilidad de recurso para las especies insectívoras durante la temporada de lluvias.

La comunidad de murciélagos de la ciudad de Morelia es capaz de hacer un seguimiento de las características de la ciudad y así hacer un uso diferencial dependiendo del nivel de aptitud.

Las categorías de aptitud reflejan un gradiente sobre la comunidad de murciélagos ajustándose a la proporción de zonas de vegetación arbórea, de construcción y de zonas abiertas en cada una de las AGEBS.

Es importante considerar estrategias para incrementar la proporción de zonas con vegetación arbórea principalmente en la porción norte de Morelia.

BIBLIOGRAFÍA

- Agosta, S. J. (2002). Habitat use, diet and roost selection by the big brown bat (*Eptesicus fuscus*) in North America: A case for conserving an abundant species. *Mammal Review*, 32(3), 179–198. <https://doi.org/10.1016/j.na.2013.07.002>
- Arroyo-Rodríguez, V., Rojas, C., Saldaña-Vázquez, R. A., & Stoner, K. E. (2016). Landscape composition is more important than landscape configuration for phyllostomid bat assemblages in a fragmented biodiversity hotspot. *Biological Conservation*, 198, 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.03.026>
- Avila-Flores, R., & Fenton, M. B. (2005). Use of Spatial Features By Foraging Insectivorous Bats in a Large Urban Landscape. *Journal of Mammalogy*, 86(6), 1193–1204. <https://doi.org/10.1644/04-MAMM-A-085R1.1>
- Báez-SantaCruz, J. (2011). *Hemiptera: Heteroptera de “Las Flores”, municipio de Morelia, Michoacán, México*. Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo.
- Barrientos Medina, R., Leirana, J., & Navarro, J. (2016). Métodos gráficos para la exploración de patrones de diversidad en Ecología. *Bioagrocencias*, 9(1965), 11–18.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Bazelman, T. C. (2016). *Effects of Urbanization on Bat Habitat Use in the Phoenix Metropolitan Region, Arizona, USA: A Multi-scale Landscape Analysis*. Arizona State University.
- Blackthorn, R. (2013). A survey of microbat habitat use within the urban landscape of Lismore , New South Wales ., 1–61.
- Brook, M. E., Kristensen, K., Van Benthem, K. J., Magnusson, A., Berg, C. W., Nielsen, A., ... Bolker, B. (2017). glmmTMB Balances Speed and Flexibility Among Packages for Zero-inflated Generalized Linear Mixed Modeling. *The R Journal*, 9(2), 378–400. Recuperado de <https://journal.r-project.org/archive/2017/RJ-2017-066/index.html>
- Ceballos, G., & Arroyo-Cabrales, J. (2012). Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 2(1), 27–80. [https://doi.org/10.1002/1521-3773\(20010316\)40:6<9823::AID-ANIE9823>3.3.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/1521-3773(20010316)40:6<9823::AID-ANIE9823>3.3.CO;2-C)
- Celis-Murillo, A, Deppe, J., Riddle, J., & Simons, T. (2014). An experimental evaluation of the performance of acoustic recording systems for estimating avian species richness and abundance. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 136(4), 2276–2276.
- Celis-Murillo, Antonio, Deppe, J. L., & Allen, M. F. (2009). Using soundscape recordings to estimate bird species abundance, richness, and composition. *Journal of Field Ornithology*, 80(1), 64–78. <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2009.00206.x>
- Chambers, C. L., Cushman, S. A., Medina-Fitoria, A., Martínez-Fonseca, J., & Chávez-

- Velásquez, M. (2016). Influences of scale on bat habitat relationships in a forested landscape in Nicaragua. *Landscape Ecology*, *31*(6), 1299–1318. <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0343-4>
- Chávez-Estrada, A. (2015). *Dieta de la comunidad de murciélagos en Morelia*. Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo.
- Chávez-Estrada, A., Salinas-Melgoza, A., & Herrerías-Diego, Y. (2019). Do Activity Patterns and the Degree of Foraging Specialization Enable Niche Partitioning in Nectarivorous Bats? Do activity patterns and the degree of foraging specialization enable niche partitioning in nectarivorous bats? *Acta Chiropterologica*, *21*(1), 139–148. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2019.21.1.011>
- Comino, E., Bottero, M., Pomarico, S., & Rosso, M. (2014). Exploring the environmental value of ecosystem services for a river basin through a spatial multicriteria analysis. *Land Use Policy*, *36*, 381–395. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.09.006>
- CONABIO. (2018). naturalista. Recuperado de <https://www.naturalista.mx>
- Dixon, M. D. (2012). Relationship between land cover and insectivorous bat activity in an urban landscape. *Urban Ecosystems*, *15*, 683–695. <https://doi.org/10.1007/s11252-011-0219-y>
- Duchamp, J. E., & Swihart, R. K. (2008). Shifts in bat community structure related to evolved traits and features of human-altered landscapes. *Landscape Ecology*, *23*(7), 849–860. <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9241-8>
- Entwistle, A. C., Racey, P. A., & Speakman, J. R. (1997). Roost Selection by the Brown Long-Eared Bat *Plecotus auritus*. *The Journal of Applied Ecology*, *34*(2), 399. <https://doi.org/10.2307/2404885>
- Eusebio-Valdes, G. (2019). *Análisis de la hipótesis de estratificación vertical para la coexistencia de murciélagos frugívoros del bosque tropical seco*. Universidad Michoacana de San Nicolás De Hidalgo.
- Fabianek, F., Gagnon, D., & Delorme, M. (2011). Bat Distribution and Activity in Montréal Island Green Spaces : Responses to Multi-Scale Habitat Effects in a Densely Urbanized Area Bat Distribution and Activity in Montréal Island Green Spaces : Responses to Multi-Scale Habitat Effects in a Densely Urba. *Ecoscience*, *18*(March), 9–17. <https://doi.org/10.2980/18-1-3373>
- Ferreya-García, D., Saldaña-Vázquez, R. A., & Mendoza, E. (2017). *Macrotus waterhousii* en Morelia, México. *Boletín de la Red Latinoamericana y del Caribe de los Murciélagos*, *8*(November), 20–22.
- Gili, F., Newson, S. E., Gillings, S., Chamberlain, D. E., & Border, J. A. (2020). Bats in urbanising landscapes: habitat selection and recommendations for a sustainable future. *Biological Conservation*, *241*(October 2019), 108343. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108343>

- Gonsalves, L., & Law, B. (2018). Seasonal activity patterns of bats in North Sydney, New South Wales: Implications for urban bat monitoring programs. *Australian Mammalogy*, 40(2), 220–229. <https://doi.org/10.1071/AM17031>
- Granados-Herrera, J. (2001). *Caracterización de los llamados de ecolocalización de los murciélagos insectívoros de Yucatán, México*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Heim, O., Schröder, A., Eccard, J., Jung, K., & Voigt, C. C. (2016). Seasonal activity patterns of European bats above intensively used farmland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 233, 130–139. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.09.002>
- Hijmans, R. J. (2019). raster: Geographic Data Analysis and Modeling. Recuperado de <https://cran.r-project.org/package=raster>
- Hill, M. O. (1973). Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, 54(2), 427–432. <https://doi.org/10.2307/1934352>
- Hourigan, C. L., Catterall, C. P., Jones, D., & Rhodes, M. (2010). The diversity of insectivorous bat assemblages among habitats within a subtropical urban landscape. *Austral Ecology*, 35(8), 849–857. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2009.02086.x>
- Hourigan, C. L., Johnson, C., & Robson, S. K. A. (2006). The structure of a micro-bat community in relation to gradients of environmental variation in a tropical urban area. *Urban Ecosystems*, 9(2), 67–82. <https://doi.org/10.1007/s11252-006-7902-4>
- INEGI. (1980). X Censo General de Población y Vivienda, 1980.
- INEGI. (2000). XII Censo General de Población y Vivienda 2000.
- INEGI. (2010). Manual de cartografía geoestadística.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363–375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Jung, K., & Kalko, E. K. V. (2010). Where forest meets urbanization: foraging plasticity of aerial insectivorous bats in an anthropogenically altered environment. *Journal of Mammalogy*, 91(1), 144–153. <https://doi.org/10.1644/08-MAMM-A-313R.1>
- Jung, K., & Threlfall, C. (2016). Urbanisation and Its Effects on Bats A Global Meta-Analysis. En *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World* (pp. 13–33).
- Jung, K., & Threlfall, C. G. (2018). Trait-dependent tolerance of bats to urbanization : a global meta-analysis. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285, 1–9.
- Jurado-Vargas, C. M. A. (1990). *Inventario de Lepidópteros diurnos del vivero forestal “Lázaro Cárdenas” municipio de Morelia, Michoacán, México*. Universidad Michoacana De San Nicoás De Hidalgo.

- Kalko, E. K. V., Handley, C. O., & Handley, D. (1996). Organization, diversity and long term dynamics of a Neotropical bat community. En *Long term studies in vertebrate communities* (pp. 503–533). Los Angeles: Academic Press.
- Klingbeil, B. T., & Willig, M. R. (2009). Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. *Journal of Applied Ecology*, *46*(1), 203–213. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01594.x>
- Klingbeil, B. T., & Willig, M. R. (2010). Seasonal differences in population-, ensemble- and community-level responses of bats to landscape structure in Amazonia. *Oikos*, *119*(February), 1654–1664. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18328.x>
- Kurta, A., & Teramino, J. A. (1992). Bat community structure in an urban park. *Ecography*, *15*(3), 257–261. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1992.tb00032.x>
- Li, H., & Wilkins, K. T. (2014). Patch or mosaic: bat activity responds to fine-scale urban heterogeneity in a medium-sized city in the United States. *Urban Ecosystems*, *17*(4), 1013–1031. <https://doi.org/10.1007/s11252-014-0369-9>.This
- Liaw, A., & Wiener, M. (2002). Classification and Regression by randomForest. R News 2. Recuperado de <https://cran.r-project.org/doc/Rnews/>
- Lintott, P. R., Bunnefeld, N., Fuentes-Montemayor, E., Minderman, J., Mayhew, R. J., Olley, L., & Park, K. J. (2014). City life makes females fussy : sex differences in habitat use of temperate bats in urban areas. *Royal Society Open Science*, *1*.
- López, E., Bocco, G., Mendoza, M., & Duhau, E. (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe A case in Morelia city , Mexico. *Landscape and Urban Planning*, *55*, 271–285.
- MacGregor-Fors, I. (2010). How to measure the urban-wildland ecotone: Redefining “peri-urban” areas. *Ecological Research*, *25*(4), 883–887. <https://doi.org/10.1007/s11284-010-0717-z>
- Martínez-Mijares, J. (2016). *Evaluación del impacto de la ciudad de Morelia, sobre la estructura y composición de la comunidad de murciélagos*. Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo.
- Medellín, R., Arita, H., & Sánchez, O. (2007). Identificación de los murciélagos de México, Clave de campo. *Science And Technology*, *109*, 106–111.
- 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. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00738.x>
- Moffett, A., & Sarkar, S. (2006). Incorporating multiple criteria into the design of conservation area networks: A minireview with recommendations. *Diversity and Distributions*, *12*(2), 125–137. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2005.00202.x>
- Montiel, S., Estrada, A., & León, P. (2006). Bat assemblages in a naturally fragmented

- ecosystem in the Yucatan Peninsula , Mexico : species richness , diversity and spatio-temporal dynamics Bat assemblages in a naturally fragmented ecosystem in the Yucatan Peninsula , Mexico : *Journal of Tropical Ecology*, 22(3), 267–276. <https://doi.org/10.1017/S026646740500307X>
- Mora, E. C., Macías, S., Rojas, D., Rodríguez, A., Quiñonez, I., García, A., ... Boburg, B. (2002). Aplicación de métodos bioacústicos y convencionales en la caracterización de la comunidad de murciélagos de la cueva del Indio, Tapaste, La Habana, Cuba. *Revista Biología*, 16(2), 123–129.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *Manuales y Tesis SEA*, 1(June), 84. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103709>
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1249–1261. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Moreno, C. E., Calderón-Patrón, J. M., Arroyo-Rodríguez, V., Barragán, F., Escobar, F., Gómez-Ortiz, Y., ... Zuria, I. (2017). Measuring biodiversity in the Anthropocene: a simple guide to helpful methods. *Biodiversity and Conservation*, 26(12), 2993–2998. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1401-1>
- Moretto, L., & Francis, C. M. (2017). What factors limit bat abundance and diversity in temperate , North American urban environments ? *Journal of Urban Ecology*, (August), 1–9. <https://doi.org/10.1093/jue/jux016>
- Novaes, R. L. M., Souza, R. F., Felix, S., Siqueira, A. C., Laurindo, R. S., Fernando, L., ... Shapiro, J. T. (2017). Seasonality and habitat influence on bat assemblage structure in an urban Atlantic Forest remnant from Southeastern Brazil. *Mammalia*, 81(3), 265–274. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2015-0115>
- Oksanen, J., Guillaume Blanchet, F., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., ... Stevens, M. H. H. (2019). *vegan: Community Ecology Package*. Recuperado de <https://cran.r-project.org/package=vegan>
- Oprea, M., Mendes, P., & Vieira, T. B. (2009). Do wooded streets provide connectivity for bats in an urban landscape ? *Biodiversity and Conservation*, (May 2014). <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9593-7>
- Ortega-Álvarez, R., & MacGregor-Fors, I. (2009). Living in the big city: Effects of urban land-use on bird community structure, diversity, and composition. *Landscape and Urban Planning*, 90(3–4), 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.11.003>
- Racey, P. A., & Entwistle, A. C. (2000). Life-history and Reproductive Strategies of Bats. En *Reproductive biology of bats* (pp. 367–370). Academic Press.
- Rodríguez-Ramírez, M. (2017). *Variación en el patrón de visitas florales de murciélagos nectarívoros al género Bauhinia del bosque tropical seco de Lázaro Cárdenas, Michoacán*. Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo.

- Rodríguez-San Pedro, A., & Simonetti, J. A. (2015). The relative influence of forest loss and fragmentation on insectivorous bats : does the type of matrix matter ? *Landscape Ecology*, *30*, 1561–1572. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0213-5>
- Saldaña-Vázquez, R. A., & Schondube, J. E. (2016). La masa corporal explica la dominancia de Artibeus (Phyllostomidae) en ambientes urbanos. En *Fauna Nativa en Ambientes Antropizados* (pp. 23–33). México: CONACyT-UAQ.
- Salvarina, I., Gravier, D., & Rothhaupt, K. O. (2018). Seasonal bat activity related to insect emergence at three temperate lakes. *Ecology and Evolution*, *8*(7), 3738–3750. <https://doi.org/10.1002/ece3.3943>
- Servicio Meteorológico Nacional. (2019). Datos climáticos de la estación 00016080"MORELIA (Centro)". Recuperado de <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RECURSOS/Normales8110/NORMAL16080.TXT>
- Team, R. C. (2018). A language and environment for statistical computing. Recuperado de <https://www.r-project.org/>
- Threlfall, C. G., Law, B., & Banks, P. B. (2012). Influence of landscape structure and human modifications on insect biomass and bat foraging activity in an urban landscape. *PLoS ONE*, *7*(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038800>
- Threlfall, C., Law, B., Penman, T., & Banks, P. B. (2011). Ecological processes in urban landscapes : mechanisms influencing the distribution and activity of insectivorous bats. *Ecography*, *34*(December 2010), 814–826. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2010.06939.x>
- Trejo-Ortiz, A. (2011). *Caracterización acústica de los murciélagos insectívoros del Parque Nacional Huatulco, Oaxaca*. Instituto Politécnico Nacional.
- Turner, B. L., Meyer, W. B., & Skole, D. L. (1994). Change : Global Integrated Study Towards an Integrated Study. *Ambio*, *23*(1), 91–95.
- Villanueva-Solis, J., Ranfla, A., & Quintanilla-Montoya, A. L. (2013). Isla de calor urbana: Modelación dinámica y evaluación de medidas de mitigación en ciudades de clima árido extremo. *Informacion Tecnologica*, *24*(1), 15–24. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000100003>
- Zamora-Gutierrez, V., Lopez-Gonzalez, C., MacSwiney Gonzalez, M. C., Fenton, B., Jones, G., Kalko, E. K. V., ... Jones, K. E. (2016). Acoustic identification of Mexican bats based on taxonomic and ecological constraints on call design. *Methods in Ecology and Evolution*, *7*(9), 1082–1091. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12556>
- Zucca, A., Sharifi, A. M., & Fabbri, A. G. (2008). Application of spatial multi-criteria analysis to site selection for a local park: A case study in the Bergamo Province, Italy. *Journal of Environmental Management*, *88*(4), 752–769. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.04.026>

