



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

---

---

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN  
BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN**

**EFFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO, ÉPOCA CLIMÁTICA  
Y TEMPERATURA MÍNIMA SOBRE LA ABUNDANCIA DE  
MURCIÉLAGOS FRUGÍVOROS EN AMBIENTES URBANOS.**

## **TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN BIOLOGÍA INTEGRATIVA DE  
LA BIODIVERSIDAD Y LA CONSERVACIÓN**

**PRESENTA:**

**BIOL. MARÍA CONCEPCIÓN GURRUSQUIETA NAVARRO.**

**DIRECTOR: M. EN C CARMEN LORENA OROZCO LUGO.  
CO-DIRECTOR: ROMEO ALBERTO SALDAÑA VÁZQUEZ.**

**CUERNAVACA MORELOS.**

**NOVIEMBRE, 2018**

“Después de todo, ¿qué es un científico entonces? Es un Hombre curioso que mira a través del ojo de una cerradura, la cerradura de la naturaleza, tratando de saber qué es lo que sucede.”

Jacques Yves Cousteau.

"Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor,  
la electricidad y la energía atómica: la voluntad"

Albert Einstein.

## AGRADECIMIENTOS

A la administración y coordinación de posgrado del CIByC, UAEM.

Al CONACyT, por el apoyo económico número 740922

A las familias de las casas en donde realice los muestreos (Especialmente a Liz y su mamá, Enrique, Federico y Abril. Gracias por brindarme la confianza de entrar a su hogar y por permitirme enseñarles un poco sobre los murciélagos frugívoros de la ciudad.

A mi asesora y directora de la maestría. Lorena, te agradezco infinitamente por el apoyo brindado, por siempre alentarme a ser mejor y por las enseñanzas compartidas desde hace casi 5 años. Siempre valorare tu ejemplo y amistad.

A mi asesor y codirector Romeo, gracias por aceptar ser parte de este proyecto, por enseñarme tanto, alentarme y buscar los medios para ir cumpliendo con todo el proceso, eres de las mejores personas que he conocido.

A mi comité evaluador: Dr. Antonio Guerrero, Dr. David Valenzuela, Dr. Jorge Ayala y Dr. Jorge E. Schondube. Por la contribución de comentarios y correcciones para mejorar este trabajo.

A mis amigos Noé, Sofía y Liz, por ayudarme en el trabajo de campo.

A mi familia (Mis padres y hermano Adonay). Gracias por su apoyo constante, sus consejos a pesar de la distancia y por todos sus sacrificios para permitirme lograr mis sueños.

A mi familia política. Le agradezco por siempre ofrecerme un plato de su mesa después de mis días de trabajo y por siempre procurarme cuando tenía días de muestreo.

A mi esposo Roberto: Por tú apoyo desde el primer día hasta ahora que estoy culminando este proyecto, por ayudarme en el trabajo de campo y por ser mi pilar cada día, sin duda este logro es de ambos. Te agradezco por vivir este proceso juntos, por dejarme enseñarte de mi pasión por los murciélagos y por ser paciente cuando el trabajo superaba el tiempo para poder compartir momentos juntos.

A mí bebé Matías: Te agradezco mi vida, por hacerme sentir tan fuerte durante esta última etapa de la maestría. Fue un proceso difícil pues se juntó con tú llegada, pero tú me has dado el aliento suficiente para no rendirme y seguir adelante. Me has hecho creer que no hay imposibles cuando mis metas las trabajo para siempre darte lo mejor, darnos lo mejor.



**A MI PEQUEÑO MATÍAS  
MI MOTOR DE CADA DÍA, MI MAYOR FORTALEZA.**

## ÍNDICE

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| I. INTRODUCCIÓN .....    | - 6 -  |
| II. ANTECEDENTES.....    | - 8 -  |
| III. OBJETIVOS .....     | - 12 - |
| IV. HIPÓTESIS .....      | - 13-  |
| V. METODOLOGÍA .....     | - 14-  |
| VI. RESULTADOS.....      | - 22 - |
| VII. DISCUSIÓN .....     | - 26 - |
| VIII. CONCLUSIONES ..... | - 29-  |
| IX. BIBLIOGRAFÍA .....   | - 39 - |

## 1.-INTRODUCCIÓN

El planeta tierra está pasando por una transformación global que resulta en pérdida de biodiversidad, ocasionada por: sobreexplotación de recursos, contaminación ambiental, cambio en el uso de suelo e introducción de especies invasoras. Todo esto en conjunto provoca alteraciones de los sistemas naturales, así como la fragmentación del hábitat y disminución de recursos para los animales silvestres a escalas espaciales y temporales diferentes (Alan *et al.*, 2002; McKinney, 2006).

Una de las principales causas de perturbación en ambientes naturales es la urbanización. La cual se define como el establecimiento y desarrollo de infraestructura para bienestar de la población humana (Kalnay y Cai 2003; McKinney, 2006). A pesar de que la urbanización puede generar la extinción local de flora y fauna (Trátalos, 2007), dentro de las áreas urbanas hay jardines, parques o barrancas, que pueden proporcionar alimento y refugio para fauna nativa (Sorensen *et al.*, 1998; Garitano *et al.*, 2003). Por otro lado, estas áreas verdes, brindan servicios ecosistémicos como regulación del clima, captación de agua, filtración del aire e incluso, espacio de entretenimiento para la población humana (Bolund y Hunhammar 1999, McKinney, 2006; Reyes-Velázquez, 2011).

Dentro de los animales que están asociados a áreas verdes urbanas se encuentran los murciélagos frugívoros neotropicales, específicamente del género *Artibeus* y *Dermanura* (Saldaña-Vázquez y Schondube 2016, Jung y Therfall, 2015). La presencia de este gremio trófico en áreas verdes urbana se atribuye a que en estos espacios hay disponibilidad de alimento y refugio (Gurrusquieta-Navarro, 2015; Hernández-Vila, 2015; Jara-Servín *et al.*, 2017). Sobre la relación entre las áreas verdes urbanas y los murciélagos se han descrito aspectos de diversidad, dieta, actividad relativa, efecto de la urbanización y patrones espacio-temporales por especie (Ballesteros y Casarrubia, 2012; Pearce *et al.*, 2012; Gurrusquieta Navarro, 2015; Hernández-Vila, 2015; Ocampo-Ramírez, 2015; Russo *et al.*, 2015). Sin embargo, no existe un estudio al momento que explore el efecto relativo de la disponibilidad de alimento, la calidad nutricional de los frutos (energía y proteína disponible) y la temperatura mínima ambiental

de las áreas verdes urbanas sobre la abundancia relativa de las especies de murciélagos frugívoros.

El conocer cómo se dan las relaciones entre la disponibilidad de los recursos tróficos y la diversidad de la fauna silvestre en ambientes urbanos es importante para entender qué factores influyen en la estructuración de estos ensambles y sus redes de interacción. Conocimiento que puede ser la base en la planeación y/o manejo de hábitats urbanos para minimizar los efectos de la urbanización sobre la biodiversidad.

## 2.-ANTECEDENTES

Los quirópteros son el segundo grupo de mamíferos con una riqueza de 1,600 especies (Simons, 2005), de las cuales alrededor de 250 especies (aproximadamente 22%) son murciélagos frugívoros neotrópicales, incluidos exclusivamente en la familia Phyllostomidae, particularmente en las subfamilias Carollinae, Stenodermatinae y Brachyphyllinae. En el neotrópico, estos quirópteros se alimentan de los frutos de plantas de al menos 98 géneros y 49 familias, entre las que destacan Moraceae, Piperaceae, Palmae, Sapotaceae, Myrtaceae y Solanaceae (Van der pijil, 1957; Fleming y Heithaus 1981, Lobova, 2003; Muscarella y Fleming, 2007). Por otro lado, este grupo de mamíferos se destaca por cumplir un papel clave en los procesos de restauración natural (Medellín y Gaona, 1999; Muscarella y Fleming, 2007), pues por medio de la dispersión y el establecimiento de plantas pioneras regeneran comunidades tropicales, incluso en paisajes fragmentados (Galindo-González *et al.*, 2000).

A pesar de que la mayoría de estos murciélagos se alimentan de una gran variedad de plantas, no consumen los frutos de manera aleatoria (Loayza *et al.*, 2006), pues las características de los frutos, como el tamaño, color, contenido nutricional, madurez, olor, cantidad de agua, fibra y contenido proteico influirán en la decisión de su consumo (Saldaña- Vázquez, 2014). Así mismo, factores intrínsecos de los murciélagos como su tamaño corporal, estado reproductivo, sexo y su fisiología digestiva, también influirán en la elección de los frutos a consumir (Saldaña- Vázquez, 2014; Bohlender *et al.* 2018). Es así que murciélagos grandes del género *Artibeus* tienen la capacidad de aumentar su consumo de energía cuando los frutos tienen un bajo contenido de carbohidratos, en cambio murciélagos del género *Sturnira* se ven restringidos fisiológicamente a hacerlo (Saldaña-Vázquez y Schondube, 2013).

### 2.1 Patrones de ocurrencia de murciélagos frugívoros en áreas no urbanas.

La ocurrencia de murciélagos frugívoros no es la misma en todos los ecosistemas, ya que la altitud y la temperatura ambiental han demostrado tener un efecto sobre la ocurrencia de estos (Sánchez-Cordero, 2001; Mello *et al.*, 2009). Especies de los géneros

*Artibeus* y *Dermanura* son más registrados por debajo de los 1500 m.s.n.m., donde las temperaturas mínimas ambientales son más altas (Bejarano-Bonilla *et al.*, 2007). Mientras que especies del género *Sturnira* son comunes en bosques de más de 2000 m.s.n.m., donde las temperaturas mínimas ambientales son más bajas (Sánchez-Cordero 2001; Briones-Salas *et al.*, 2005). Se presume que la presencia de especies del género *Sturnira* en bosques de más de 1500 m.s.n.m está relacionada con la disponibilidad de Solanaceas a dichas altitudes (Estrada- Villegas *et al.*, 2010), vinculado a la preferencia por el consumo de frutos de esta familia de plantas (Hernández-Montero *et al.*, 2011). Sin embargo, se ha demostrado que cuando la temperatura ambiental se reduce, el número de capturas de murciélagos del género *Sturnira* se reduce (Mello *et al.*, 2009).

Por otro lado, los murciélagos frugívoros de masa corporal alta (>40g) incluidos en el género *Artibeus*, tienen características morfológicas y fisiológicas que no les permite ser dominantes en bosques por arriba de los 1800 m.s.n.m. y con temperaturas bajas, a pesar de su tener una dieta generalista y de baja calidad nutricional (Fleming 1986; Kalko *et al.*, 1996; Saldaña-Vázquez *et al.*, 2013). Estas características son una alta carga alar y metabolismo basal, lo cual les confiere baja maniobrabilidad de vuelo en sitios estrechos de vegetación, lo cual les impediría alimentarse de frutos del sotobosque, y podría resultar en una mayor pérdida de calor por las alas (Cruz-Neto *et al.* 2001; Caras y Korine 2009; Vleut *et al.* 2015)

En cambio, murciélagos pequeños (<15gr) y que forrajean por debajo de las copas de los árboles como *S. parvidens* y *D. tolteca* consumen frutos pequeños de plantas que ofertan pocos frutos maduros por noche, pero con un alto valor nutricional, principalmente de las familias Solanaceae y Piperaceae y algunos frutos pequeños de Moracea (Dinerstein 1986; Hernández-Montero *et al.*, 2011). Además poseen menor carga alar y metabolismo, que les permitiría perder menos energía en climas fríos (Cruz-Neto *et al.* 2001; Caras y Korine 2009; Vleut *et al.* 2015).

Los factores mencionados anteriormente han demostrado influir en la ocurrencia y abundancia de murciélagos frugívoros en ambientes naturales (Sánchez-Cordero 2001, Barboza-Márquez *et al.*, 2010), sin embargo, no se ha probado el efecto de estas variables en ambientes urbanos. Lo cual es importante para ofrecer soluciones de

planeación urbana que mantengan poblaciones viables de murciélagos y sus interacciones con las plantas que consumen.

## **2.2.-Patrones de abundancia en áreas urbanas.**

En las zonas urbanas, alrededor del 35 o 40% de las especies de murciélagos son frugívoros (Hernández, 2008; Ballesteros y Casarrubia 2012; Prone, 2010). Se ha documentado que la densidad de árboles presentes en un área verde urbana influye positivamente en la ocurrencia y abundancia de murciélagos frugívoros (Oprea *et al.*, 2009). Así como la cantidad de frutos con alto contenido de nitrógeno (Jara-Servín *et al.*, 2017). Particularmente las especies grandes como *A. jamaicensis*, *A. planirostris* y *A. lituratus* son las más abundantes en las ciudades del neotrópico (Ballesteros *et al.*, 2012; Saldaña-Vázquez y Schondube, 2016).

Otro factor que puede ser importante para explicar la abundancia de murciélagos frugívoros en las ciudades es la disponibilidad temporal de alimento en las áreas verdes urbanas (Reyes- Velázquez, 2011). Por ejemplo, en la ciudad de Cuernavaca, Morelos México, existe una variación temporal en la fructificación de plantas quiropterocóricas. Siendo la temporada seca caliente cuando más plantas fructificando se observan (19 especies), en comparación con las lluvias (16 especies) y la seca fría (11 especies; Gurrusquieta-Navarro 2015). Esta relación también se ha encontrado en aves, grupo que prefiere explotar aquellas áreas verdes urbanas que cuentan con disponibilidad de recurso alimentario (Muñoz *et al.*, 2007).

Por todo lo anterior, este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la altitud, la temperatura mínima ambiental y la oferta de recursos alimentarios, en la abundancia de murciélagos frugívoros en un ambiente urbano. Para ello se usó como sitio de estudio a la ciudad de Cuernavaca, Morelos. Esta ciudad es un lugar ideal para evaluar el efecto combinado de estas variables sobre la abundancia de murciélagos frugívoros, debido a que posee un marcado gradiente altitudinal que va de los 1200 m.s.n.m. a los 2200 m.s.n.m. lo cual representa diferente temperatura mínima ambiental, así como un cambio en la vegetación, con remanentes de selva baja en las partes bajas y bosques de pino

encino al norte (Piedra-Malagón *et al.*, 2006; Dorado *et al.*, 2012). Esto representa, un cambio en la identidad y disponibilidad de frutos carnosos, ya que en las partes bajas de la ciudad predominan árboles de los géneros *Ficus*, *Mangifera* y *Guajava* (Gurrusquieta-Navarro, 2015), en comparación con las partes altas de la ciudad donde se ha reportado la presencia del género *Solanum* (Lara *et al.*, 2007; Flores y Martínez *et al.*, 2012). Así mismo, en esta ciudad se han capturado murciélagos frugívoros de los géneros *Artibeus*, *Dermanura* y *Sturnira* (Gurrusquieta-Navarro, 2015, Hernandez-Vila, 2015).

### **3.-OBJETIVO**

Determinar el efecto de la altitud, temperatura mínima ambiental y la oferta de recurso alimentario sobre la abundancia de murciélagos frugívoros con diferente masa corporal, en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, México.

#### **3.1 Objetivos particulares.**

1.- Determinar la equitatividad, el valor nutricional y la biomasa de frutos de plantas quiropterocóricas en diferentes áreas verdes de la ciudad, localizadas en altitudes contrastantes durante las temporadas de seca caliente, lluvia y seca fría.

2.- Cuantificar la abundancia de murciélagos frugívoros, de diferente masa corporal, en diferentes áreas verdes dentro de la ciudad, localizadas en altitudes bajas y altas, durante las temporadas de seca caliente, lluvia y seca fría.

## 4. HIPÓTESIS

La abundancia de murciélagos frugívoros variará en las áreas verdes urbanas, debido a la diversidad y calidad nutricional de recurso alimentario y a la temperatura mínima ambiental respecto al gradiente altitudinal.

### 4.1 Predicciones

1.- Se espera que las variables que más influyan en la abundancia de murciélagos grandes (género *Artibeus*) sean la altitud y la temperatura mínima nocturna. Debido a que en los sitios bajos de la ciudad tendrán mayor temperatura mínima y poseen una mayor diversidad de plantas quiropterocóricas del género *Ficus*, *Spondia* y *Mangifera* los cuales son la base de su dieta.

2.- Se espera que la abundancia de los murciélagos pequeños (géneros *Dermanura* y *Sturnira*), sea más afectada por la disponibilidad de nutrientes de la fruta, en los sitios de estudio. Debido a que estos murciélagos tienen como principal limitante la necesidad de consumir plantas con alto contenido nutricional, principalmente nitrógeno.

3.- Se espera que la abundancia de murciélagos disminuya en todos los sitios en la temporada seca fría, debido a que la temperatura disminuye y el recurso alimentario disponible escasea.

## 5. MÉTODO

### 5.1 Área de estudio

La ciudad de Cuernavaca se localiza al noroeste del estado de Morelos, México. Entre las coordenadas 19°02' y 18°49' de latitud norte; 99°20' O. Su altitud varía de los 2,200 m en la parte norte a los 1,225 m en la parte sur. Esto propicia la presencia de dos climas principales en su territorio: templado subhúmedo C(w2) con una temperatura media anual entre 5 y 12°C en la parte norte, y semicálido subhúmedo (ACw1), con una temperatura media anual entre 18 y 22°C en la parte sur. Su extensión territorial es de 207.799 km<sup>2</sup>, ocupando el 4.2% de la superficie total del Estado de Morelos (INAFED, 2010). Posee una población humana cercana a los 365,000 habitantes (INEGI, 2015).

Debido al marcado gradiente altitudinal norte-sur, en la zona norte de la ciudad predominan los pinos y en el extremo sur predomina la selva baja caducifolia, por lo general con elementos de vegetación secundaria. Actualmente en Morelos se reportan 195 especies arbóreas, 93 son especies nativas de Morelos, 29 nativas de México (pero no de Morelos) y 73 exóticas (Piedra-Malagón *et al.* 2006; Dorado *et. al.*, 2012).

En Cuernavaca, Morelos existen áreas verdes que son diferentes en cuanto a su tamaño y composición florística. En cuanto a la flora de estos sitios los géneros con más especies son: *Ficus*, destacando las especies de *F. tecolutensis*, *F. microcarpa*, *F. elastica*, *F. membranacea* y *F. crocata*, *Citrus* con siete especies y *Bursera* con seis especies (Dorado *et. al.*, 2012). También prevalecen especies nativas como *Datura candida* y *Spondia purpurea* y *Muntingia calabura*. La fructificación de estas plantas varía entre estaciones del año al igual que su disponibilidad en cada parque de la ciudad (Gurrusquieta- Navarro, 2015).

Para el estado de Morelos se han reportado 54 especies de murciélagos (Álvarez-Castañeda, 1996, Rizo-Aguilar, 2008; Orozco-Lugo, 2014) y 26 especies para Cuernavaca (Álvarez-Castañeda, 1996; Hernández-Vila. 2015; Ocampo, 2015) de las cuales 6 especies son frugívoros (Gurrusquieta-Navarro, 2015). Estas son: *Artibeus*

*jamaicensis*, *A. lituratus*, *Dermanura tolteca*, *D. azteca*, *Sturnira hondurensis* y *S. Parvidens*.

## **5.2 Selección de los sitios de muestreo.**

Para evaluar si la disponibilidad de frutos y sus nutrientes, así como la diversidad de plantas quiropterocóricas se relacionan con la abundancia de murciélagos frugívoros, se seleccionaron 12 áreas verdes urbanas en dos pisos altitudinales de la ciudad de Cuernavaca. El primer bloque de 6 áreas verdes se ubicó entre los 1700 a 1900 m.s.n.m. (de aquí en adelante norte) y el segundo entre los 1200 a 1400 m.s.n.m. (de aquí en adelante sur).

Utilizando el sistema de información geográfica Google Earth (ver 7.1.26 año 2016), se realizó la selección de los sitios de muestreo. Inicialmente se marcaron aquellos observados como áreas verdes y que estuvieran dentro de las cotas altitudinales establecidas para los bloques sur y norte.

Esta primera selección resultó en 20 sitios, de los cuales se descartaron aquellos cercanos a las barrancas (<1 km de distancia), debido a que estos hábitats suelen presentar alta abundancia de murciélagos (Orozco-Lugo *et al.*, 2014, Ocampo-Ramírez, 2015) lo que podría ser un factor confundido en la pregunta de investigación, al influir en el número de capturas. Después de esta selección se obtuvieron 15 sitios posibles tanto para el norte y sur. De estos se seleccionaron aquellos que tenían un tamaño cercano al promedio de los 20 sitios ( $\bar{x}=6393.66 \text{ m}^2$ ,  $\pm \text{DE } 1534.76 \text{ m}^2$ ).

Esto resultó en 12 sitios de muestreo (Tabla 1).

Tabla 1. Caracterización de los sitios seleccionados.

| Sitio | Altitud<br>(m.s.n.m<br>) | Tamaño<br>(m <sup>2</sup> ) | No. de especies<br>quiropterocóricas<br>(seca caliente). | No. de especies<br>quiropterocóricas<br>(seca fría) | No. de especies<br>quiropterocóricas en<br>lluvias |
|-------|--------------------------|-----------------------------|--|---|--|
| S1    | 1282                     | 7150                        | 4  | 2   | 5  |
| S2    | 1367                     | 5824                        | 2  | 2   | 2  |
| S3    | 1318                     | 4880                        | 1  | 0   | 3  |
| S4    | 1346                     | 5400                        | 3  | 2   | 4  |
| S5    | 1230                     | 7776                        | 2  | 2   | 2  |
| S6    | 1270                     | 5852                        | 1  | 0   | 2  |
|       |                          |                             | $\bar{x}= 2.2$   | $\bar{x}= 1.3$                                      | $\bar{x}=3$  |
| N1    | 1780                     | 7590                        | 1  | 1   | 4  |
| N2    | 1817                     | 7860                        | 2  | 1   | 3  |
| N3    | 1800                     | 5032                        | 0  | 0   | 3  |
| N4    | 1766                     | 5070                        | 1  | 0   | 3  |
| N5    | 1775                     | 7760                        | 0  | 0   | 3  |
| N6    | 1768                     | 6530                        | 1  | 0   | 3  |
|       |                          |                             | $\bar{x}= 0.8$   | $\bar{x}= 0.33$                                     | $\bar{x}= 3.2$                                     |

### 5.3 Diseño de Muestreo.

Los muestreos de murciélagos y frutos quiropterocóricos se realizaron en las tres épocas climáticas: lluvias (julio, agosto, septiembre de 2016), seca fría (noviembre, diciembre, enero del 2017) y seca caliente (abril, mayo y junio del 2017). Cuernavaca posee un clima altamente estacional encontrando una variación en la disponibilidad de frutos quiropterocóricos por temporada climática, así como de murciélagos frugívoros (Gurrusquieta-Navarro, 2015). Por otro lado, dado que la temperatura ambiental mínima de la noche tiene una correlación positiva con la abundancia de murciélagos (Ocampo-Ramírez, 2015; Hernandez- Vila, 2015), en cada noche de muestreo se registró la

temperatura mínima nocturna, para posteriormente usarla como una variable explicativa en los análisis estadísticos.

## **5.4 Muestreo de la disponibilidad de fruta y nutrientes.**

### **5.4.1 Abundancia de frutos quiropterocóricos.**

Para medir la disponibilidad de fruta que podría ser consumida por murciélagos frugívoros en cada uno de los sitios de muestreo, se realizó una estimación de la disponibilidad de frutos 10 horas antes de la captura de los murciélagos frugívoros. Para ello se utilizó la metodología propuesta por Korine *et al.* (2000) registrando todos los árboles que estuvieran fructificando, y de las que se tiene antecedentes que son consumidas por los murciélagos frugívoros de la ciudad (Gurrusquieta-Navarro, 2015).

De cada árbol se seleccionaron 30 ramas al azar de las cuales se contaron todos los frutos maduros, con lo que se obtuvo el promedio de estas 30 ramas. Posteriormente se contó el número total de ramas de cada árbol y se multiplicó por el promedio de frutos por rama para obtener el total de frutos del árbol. En los individuos con menos de 30 ramas se contaron todos los frutos presentes.

### **5.4.2 Análisis nutricional de los frutos.**

Para determinar el contenido nutricional de los frutos en cada sitio de muestreo, se colectaron 100 g de fruta de tres individuos por especie de planta quiropterocórica, durante las tres épocas climáticas. La fruta fue almacenada en bolsas de polietileno transparente, etiquetando fecha, sitio de muestreo y nombre científico del fruto. Estos fueron preservados a -5°C. Posteriormente se eligieron tres muestras al azar por especie de fruto, para ser llevadas al laboratorio y realizar su análisis

Los análisis bromatológicos se realizaron en el laboratorio de nutrición y análisis de alimentos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) en Morelia, Michoacán. Para el análisis bromatológico se eligieron al azar 3 muestras de frutos por cada especie fructificando

provenientes de los sitios del sur y norte. Los nutrientes medidos en cada muestra de fruto fueron en peso seco y se determinaron los lípidos, carbohidratos y nitrógeno en g%, todas ellas moléculas elementales para el desarrollo y sobrevivencia de los murciélagos.

El contenido de lípidos se determinó utilizando el método de Soxhlet con éter de petróleo (Rui *et al.*, 2009) en muestras de frutos secos. La fibra bruta y el nitrógeno se analizaron utilizando el método de Kjeldahl (Conklin-Brittain *et al.*, 1999). Los carbohidratos solubles se obtuvieron a partir de la diferencia entre el peso total de la muestra y la suma de los valores de todos los demás análisis.

### **5.5 Abundancia relativa de murciélagos frugívoros.**

Para conocer la identidad de los murciélagos y su abundancia relativa en cada uno de los 12 sitios, se instalaron 4 redes de niebla de 12 x 3 m y 1 red de niebla de 6 x 3 m con base en Kunz y Díaz (1995). Las redes se abrieron con la puesta astronómica del sol y se cerraron 5 horas después, lo que resultó en un esfuerzo de muestreo de 270 m/hr/red por noche-sitio. Cada sitio fue visitado dos noches por mes, durante lluvias (julio, agosto, septiembre de 2016), seca fría (noviembre, diciembre, enero del 2017) y seca caliente (abril, mayo y junio del 2017). Para la realización de los muestreos no fue considerada la fase lunar.

A los murciélagos capturados se les tomó el peso, longitud de antebrazo derecho y oreja izquierda con una pesola marca Swissde 100 y 60 gramos, y un vernier de acero 6 pulg/mm. Cada individuo fue identificado a nivel de especie usando la clave de campo de Medellín *et al.* (2008). Para evitar contar más de una vez a los murciélagos capturados en la misma noche, cada individuo se marcó en el plagiopatagio haciendo una pequeña perforación con un alfiler. Al término de cada noche de muestreo los murciélagos fueron liberados en los sitios de captura.

## 5.6 Cálculo de la biomasa, equitatividad y nutrientes de frutos quiropterocóricos por sitio.

Para tener la información de biomasa de fruta por sitio y época climática, se consideró el total de frutos contabilizados para todas las especies por sitio/noche/época, multiplicado por el peso en gramos equivalente a un fruto de cada especie de planta en cada sitio de muestreo, dividido entre mil, para expresarlo en kilogramos. Lo anterior se expresa en la siguiente fórmula:

$$\text{BTS} = (\text{N}^\circ \text{ Frutos} * (\text{P}_{\text{Sp1}} + \text{P}_{\text{Sp2}} + \text{P}_{\text{Sp3}} \dots \text{n})) / 1000$$

BTS: biomasa total por sitio.

N° Frutos: Número total de frutos por sitio de muestreo.

P<sub>Sp</sub>: Peso de un fruto de la Sp<sub>1</sub>, Sp<sub>2</sub>, Sp<sub>3</sub>...n.

Debido a que existen diferencias de riqueza y biomasa de plantas quiropterocóricas entre los bloques norte y sur (ver Tabla 1), se calculó el índice de entropía (Shannon y Weaver, 1949). Éste índice va de 0 a  $\infty$ , cuando los valores de este índice son más cercanos a cero, quiere decir que las comunidades son menos equitativas tanto en riqueza de especies, como en la abundancia de dichas especies. De esta manera, se consideró el número de frutos por especie de planta quiropterocórica, por sitio de muestreo y época climática. El índice fue calculado en el programa PAST (Past ver 2.17c).

Los nutrientes considerados para los análisis estadísticos fueron carbohidratos (CH), lípidos (L) y nitrógeno (N). Para obtener la cantidad de nutrientes disponibles por sitio, se utilizó el siguiente procedimiento:

1. A partir del análisis bromatológico se obtuvo el valor de cada nutriente (CH, L y N) de cada especie de fruto.
2. El valor anterior se multiplicó por el cociente del número total de frutos de la sp<sub>1</sub> dividido por lo equivalente al peso de un fruto de la sp<sub>1</sub>.

3. Finalmente se multiplicó el valor anterior por el valor que resultó de la conversión de g/100 de CH, L y N a Kilojoules, esto equivalente a CH= 17.34 Kilojoules, L = 39.29 Kilojoules N= 0.16 Kilojoules.

Todo se traduce a las siguientes fórmulas:

$$\text{CH: } (\text{CHSp1}) * (\text{Fsp1} / \text{P1}) * (17.34 \text{ Kj})$$

$$\text{N: } (\text{NSp1}) * (\text{Fsp1} / \text{P1}) * (0.16 \text{ Kj})$$

$$\text{L: } (\text{LSp1}) * (\text{Fsp1} / \text{P1}) * (39.29 \text{ Kj})$$

CHSp1: Valor de carbohidratos de la Sp1.

NSp1: Valor de nitrógeno de la Sp1

LSp1: Valor de lípidos de Sp1

Fsp1 : N° total de frutos de la Sp1

P1: Peso equivalente a un fruto de la Sp1.

## **5.7 Análisis de datos.**

Para evaluar la influencia de la biomasa de frutos quiropterocóricos, su equitatividad y características nutricionales, así como la temperatura ambiental mínima en cada noche/sitio, sobre la abundancia de murciélagos frugívoros pequeños y grandes, se construyeron modelos lineales generalizados (GLMs, por sus siglas en inglés). La estrategia de análisis fue la de selección del modelo que mejor explicara la devianza de cada una de las variables de respuesta y que mejor verosimilitud tuviera (Crawley, 2007). El efecto de cada una de las variables puede ser diferente para cada grupo funcional. Esta estrategia inició ajustando un modelo para cada una de las variables explicativas, para después comparar la devianza explicada de cada variable explicativa. Finalmente se seleccionaron aquellos modelos con la menor devianza residual y con una diferencia <2 en sus valores de Criterio de Información Akaike (AIC) (Crawley, 2007). No se incluyó la orientación (norte o sur) de los sitios de muestreo como un bloque en el modelo, ya

que este factor era redundante con la temperatura mínima nocturna de los sitios ( $t = -4.05$ , g.l.=31,  $P=0.0002$  Fig. 1). Todos los análisis se realizaron en el programa R (R Core Team, ver 3.1).

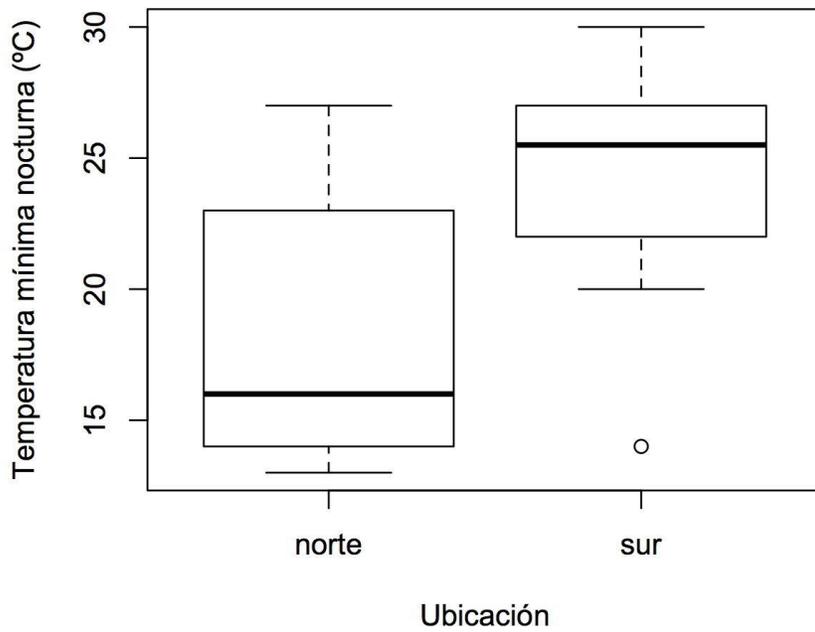


Figura 1. Gráfica de cajas y bigotes de la temperatura ambiental mínima nocturna en los sitios norte- sur.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Disponibilidad de recurso alimentario.

En los sitios de muestreo se localizaron 8 especies de plantas quiropterocóricas, de estas, se obtuvieron los valores de los lípidos, nitrógeno y carbohidratos (Tabla 2). Los valores de carbohidratos son muy similares entre las especies, no así el nitrógeno que es alto en *M. calabura* (9.06 g%) y *F. benjamina* (5.24 g%). En el caso de los lípidos es aún más contrastante la cantidad del nutriente en *M. calabura* (5.8 g%) en comparación con las otras especies (de 1.83 hasta 0.2 g%).

Tabla 2. Composición nutricional de los frutos quiropterocóricos registrados en 12 áreas verdes de Cuernavaca, Morelos. Todos los valores son el promedio expresados en g% y Desviación Estándar.

| Especie              | # de muestras | Lípidos   | Nitrógeno  | Carbohidratos |
|----------------------|---------------|-----------|------------|---------------|
| <i>M. calabura</i>   | 2             | 5.8±0.9   | 9.06±0.48  | 66.11± 0.1    |
| <i>P. guajava</i>    | 6             | 0.57± 0.4 | 3.6 ± 0.75 | 77.86 ± 2.4   |
| <i>M. zapota</i>     | 8             | 1.83± 0.4 | 2.08±0.38  | 78.7 ± 2.9    |
| <i>M. indica</i>     | 5             | 0.63±0.6  | 2.23 ±0.2  | 73.78± 2.9    |
| <i>F. benjamina</i>  | 8             | 1.29±.05  | 5.24 ±1.3  | 73.42 ±4.75   |
| * <i>E. japonica</i> | 1             | 0.2       | 0.4        | 12            |
| <i>S. purpurea</i>   | 6             | 0.41±0.19 | 4.44 ±2.68 | 72.04±2.64    |
| <i>C. papaya</i>     | 3             | 0.06±0.01 | 0.78±0.02  | 29.03±3.40    |

g% significa el porcentaje de nutriente en 100 g de muestra.

\*Valor obtenido de literatura, ya que las muestras no fueron viables para hacer el análisis bromatológico.

## 6.2 Riqueza y abundancia de murciélagos frugívoros.

Con un esfuerzo de muestreo de 270 m/hr/red por sitio/noche y 12,960 m/hr/red por época, se obtuvo un esfuerzo total de 38,880 m/hr/red. Con este esfuerzo de muestreo se capturaron 759 individuos (568 en el sur y 191 en el norte), de 5 especies de murciélagos frugívoros (Tabla 3).

Tabla 3. Riqueza y abundancia de murciélagos frugívoros por época climática y altitud. SC= seca caliente, LL= Lluvias, SF= Seca fría

| Época | Murciélago            | Sur | Norte |
|-------|-----------------------|-----|-------|
| SC    | <i>A. jamaicensis</i> | 116 | 79    |
|       | <i>A. lituratus</i>   |     | 5     |
|       | <i>D. tolteca</i>     | 39  | 0     |
|       | <i>S. parvidens</i>   | 22  | 0     |
|       | Total                 | 177 | 84    |
| LL    | <i>A. jamaicensis</i> | 155 | 69    |
|       | <i>A. lituratus</i>   | 10  | 4     |
|       | <i>D. tolteca</i>     | 54  | 0     |
|       | <i>S. parvidens</i>   | 16  | 0     |
|       | Total                 | 235 | 73    |
| SF    | <i>A. jamaicensis</i> | 115 | 34    |
|       | Total                 | 115 | 34    |

### 6.3 Variables que explican la abundancia de murciélagos frugívoros pequeños y grandes.

La variable que mejor explicó la abundancia de murciélagos pequeños fue temperatura mínima (Tabla 4). Esta se relacionó positivamente con la abundancia de estos murciélagos (Fig. 2).

Tabla 4. Valores devianza residual, AIC, significancia estadística comparado con un modelo nulo ( $P$ ) y coeficiente de correlación ( $r$ ) de los seis modelos ajustados de las variables que explican la abundancia de murciélagos pequeños en los sitios de muestreo.

| Variable                | Devianza | AIC    | $P$     | $\Delta$ AIC | $r$   |
|-------------------------|----------|--------|---------|--------------|-------|
| Temperatura mínima (°C) | 244.64   | 289.72 | < 0.001 | 0            | 0.51  |
| Equitatividad (H)       | 299.67   | 344.74 | < 0.001 | 55.02        |       |
| Biomasa de frutos (Kg)  | 348.50   | 393.57 | < 0.001 | 58.78        | 0.56  |
| Nitrogeno (%)           | 355.39   | 400.47 | < 0.001 | 65.67        | 0.69  |
| Epoca                   | 409.71   | 456.79 | <0.001  | 119.99       | NA    |
| CH+L (%)                | 248.72   | 583.51 | 0.38    | 248.72       | -0.07 |

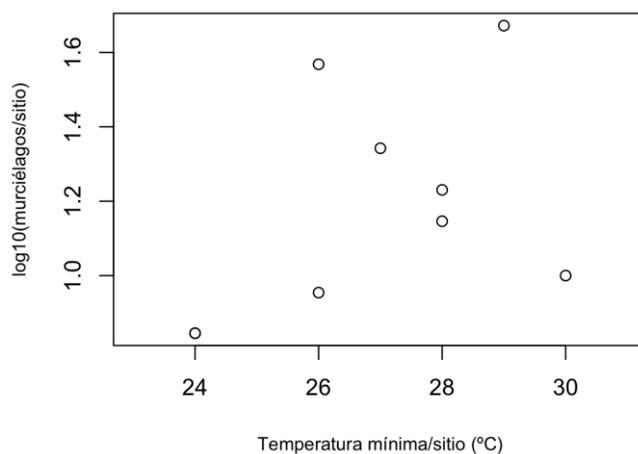


Figura 3. Relación entre temperatura mínima ambiental y el número de murciélagos pequeños por sitio. La abundancia fue transformada de acuerdo a la función link de los modelos.

La variable que mejor explicó la abundancia de murciélagos grandes fue la biomasa de frutos disponibles (Tabla 5), siendo la relación positiva (Fig. 4).

Tabla 5. Valores devianza residual, AIC, significancia estadística comparado con un modelo nulo ( $P$ ) y coeficiente de correlación ( $r$ ) de los seis modelos ajustados de las variables que explican la abundancia de murciélagos grandes en los sitios de muestreo. Las variables están ordenadas de menor a mayor devianza residual.

| Variable                | devianza | AIC    | $P$     | $\Delta$ AIC | $r$   |
|-------------------------|----------|--------|---------|--------------|-------|
| Biomasa de frutos (Kg)  | 146.85   | 306.27 | < 0.001 | 0            | 0.71  |
| Equitatividad (H)       | 177.63   | 337.05 | < 0.001 | 30.78        | 0.56  |
| Temperatura mínima (°C) | 179.45   | 338.87 | < 0.001 | 32.6         | 0.56  |
| Nitrogeno (%)           | 219.76   | 379.18 | < 0.001 | 72.91        | 0.42  |
| Epoca                   | 233.89   | 395.31 | <0.001  | 89.04        | NA    |
| CH+L (%)                | 254.78   | 414.2  | 0.93    | 107.93       | -0.07 |

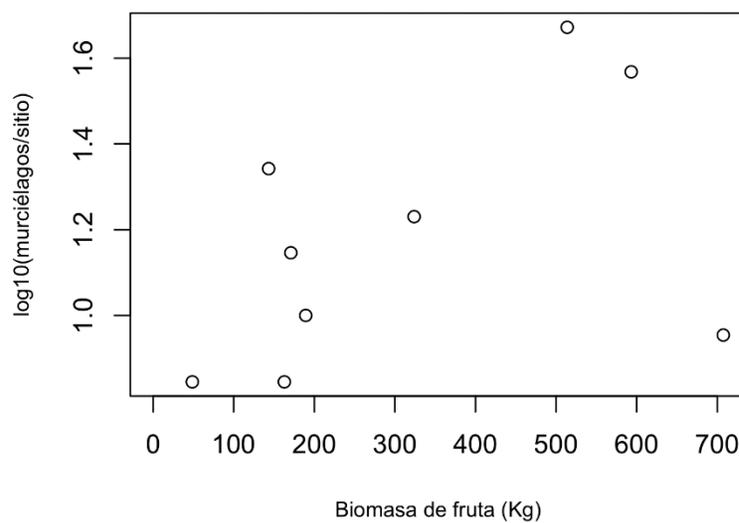


Fig. 4 Relación entre la biomasa de frutos disponible y el número de murciélagos grandes por sitio. La abundancia fue transformada de acuerdo a la función link de los modelos.

## 7. DISCUSIÓN

En este trabajo se evaluó la relación entre la disponibilidad de alimento, época climática y temperatura mínima nocturna con la abundancia de murciélagos frugívoros con diferente masa corporal en un ambiente urbano. La predicción de que los murciélagos grandes (género *Artibeus*) serían más afectados por la temperatura mínima nocturna no se cumplió. La predicción de que los murciélagos pequeños del género *Dermanura* y *Sturnira*, serían más abundantes en los sitios altos y más fríos de la ciudad no se cumplió. La predicción de que la abundancia de murciélagos disminuye en todos los sitios en la temporada seca fría, se cumplió. Por último, la predicción de que en los sitios con frutos con mayor contenido de nitrógeno y lípidos se encontraría una mayor abundancia de murciélagos frugívoros pequeños se cumplió. En las siguientes secciones se discutirán las implicaciones de cada uno de estos resultados.

### **Riqueza y diversidad de plantas quiropetorcóricas en sitios con diferente altitud.**

Las áreas verdes seleccionadas estuvieron compuestas por árboles que producen frutos quiropetorcóricos y de uso común para ser humano, este resultado se debe a que los sitios de muestreo son jardines de casas que son manipulados y manejados por el ser humano, influyendo esto en el tipo de árboles que introducen, por tanto introducen mayormente árboles que ofrecen frutos de uso personal en lugar de árboles nativos como ficus o arbustos como *Solanum*, esto podría ser el resultado de que en los sitios norte no encontramos arbustos que ofrecieran *Solanum*, siendo un factor que podría propiciar la falta de murciélagos pequeños en los diferentes sitios.

La predicción de encontrar en los sitios de muestreo sur y de mayor temperatura, especies de plantas nativas del género *Ficus*, no se cumplió, registrando únicamente a la especie *F. benjamina*, que es una especie exótica. Los *Ficus* nativos son especies establecidas principalmente en las barrancas que atraviesan la entidad de norte a sur y en los parques urbanos más grandes de la ciudad (Piedra-Malagón, 2006; Gurrusquieta-Navarro, 2015). Por lo tanto, estos resultados sugieren que los murciélagos de la ciudad

de Cuernavaca, si se alimentan de Ficus, pero únicamente en los sitios donde está presente.

### **Variables que explican la abundancia de murciélagos pequeños y grandes en la ciudad de Cuernavaca.**

La abundancia de murciélagos grandes fue mejor explicada por la biomasa de frutos, este patron se ha registrado en otros estudios en areas verdes urbanas (Reyes-Velázquez, 2011). Este resultado es contrario a lo predicho, donde se esperaba que la variable más importante para explicar la abundancia de murciélagos grandes fuera la temperatura. Por tanto, la disponibilidad de alimento en áreas verdes urbanas es un factor importante para que los murciélagos grandes del género *Artibeus* puedan habitar sitios de menor temperatura.

La abundancia de murciélagos pequeños (*Dermanura* y *Sturnira*) en la ciudad se vio influenciada positivamente por la temperatura minima nocturna, por tanto la predicción de que este grupo estaría presente sólo en sitios altos (norte) y fríos no se cumplió. Específicamente *Sturnira parvidens* es una especie que habita desde tierras bajas húmedas hasta bosque montañoso que se encuentran por debajo de los 1600 m.s.n.m. (Velazco y Patterson, 2014) y sitios con presencia de Solanaceas, sin embargo para la abundancia del grupo en este estudio no influyó el recurso alimentario disponible, esto podría deberse a que las Solanaceas es un recurso limitado en la ciudad, por ser una especie silvestre y específicamente en Cuernavaca no se encuentra este recurso, encontrando mayormente la presencia de árboles domésticos que ofertan frutos de uso humano.

La abundancia de murciélagos frugívoros si fue afectada por la temporada climática. Sin embargo, esta variable fue menos importante para explicar los datos observados que la temperatura y la biomasa de frutos. Este patrón se ha documentado en otros estudios, en donde la abundancia del grupo de quirópteros responde a la disponibilidad de frutos (Fleming, 1982).

De todas las especies de murciélagos frugívoros que se capturaron, *A. jamaicensis* fue el más abundante. Este resultado es similar a lo descrito en otros trabajos para áreas urbanas (Ballesteros y Casarrubia 2012; Prone, 2010; Urbiraja, 2014). Esta especie puede representar hasta un 70% del total de murciélagos frugívoros que habitan en las ciudades del neotrópico (Saldaña-Vázquez y Schondube 2016).

Por último, la predicción de que la abundancia de murciélagos frugívoros pequeños sería más influenciada por la disponibilidad de frutos con alto contenido de nitrógeno no se cumplió. Esto puede deberse a dos razones 1) que las plantas con frutos con alto contenido nitrógeno (Solanaceas) no se encontraban en los sitios de mayor altitud y fríos y 2) que la especie de planta con mayor contenido de nitrógeno en sus frutos (*M. calabura*) solo se encontró en los sitios sur (calientes) y posee frutos pequeños, suaves, y con una alta cantidad de agua y pulpa (Jara-Servín *et al.* 2017). Lo cual provocaría que los murciélagos pequeños del género *Sturnira* y *Dermanura* hayan sido capturados con mayor frecuencia en sitios bajos, donde existía la presencia de esta planta.

## **8. CONCLUSIONES.**

Las variables que más influyen en la abundancia de murciélagos frugívoros en la ciudad son diferentes para el grupo de murciélagos pequeños y grandes, cada grupo tiene requerimientos específicos para su abundancia en ambientes urbanos.

Para evitar la homogeneización de murciélagos frugívoros con diferentes rasgos funcionales en la ciudad de Cuernavaca es necesario realizar propuestas de manejo vegetal en áreas verdes urbanas, las cuales favorezcan la introducción de plantas nativas de diferentes rasgos morfológicos y nutricionales.

Los murciélagos frugívoros están haciendo uso de áreas verdes ubicadas en sitios mayores a 1400 m.s.n.m. en la ciudad de Cuernavaca, Morelos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, L., Herrel, A. Van-Damme, R. y Matthysen, E. 2002. Ecomorphological analysis of trophic niche partitioning in a tropical savannah bat community. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 269: 1271–1278.

Alan, B., Noon, F., y Luke, G., 2002. What is habitat fragmentation? *Studies in Avian Biology* 25, Pp. 20-29.

Alvarez-Castañeda, S.T., 1996. Los mamíferos del estado de Morelos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Pp.181

Andrade, T., Thies, W., Rogeri, P., Kalko, E y Mello, M. 2013. Hierarchical fruit selection by Neotropical leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy* 94:1094-1101.

Avila-Torresagatón, L.G., Hidalgo-Mihart, M., y Guerrero, J.A. (2012). La importancia de Palenque, Chiapas, para la conservación de los murciélagos de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(1), 184-193.

Ballesteros, J., y Casarrubia, J.R., 2012. Murciélagos del área urbana en la ciudad de Montería, Córdoba-Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 17 (3), Pp. 3193-3199.

Barnett, A., Sampaio, E.M., Kalko, E.K., Shapley, R.L., Fischer, E., Camargo, G., & Rodríguez-Herrera, B. (2006). Bats of Jaú National Park, central Amazônia, Brazil. *Acta Chiropterologica*, 8(1), 103-128.

Bolund, P., y Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological economics*, 29(2), 293-301.

Bohlender, E., Pérez-Torres, J., Borray-Escalante, N.A., y Stevens, R.D. (2018). Dietary variation during reproduction in Seba's short-tailed fruit bat. *Journal of Mammalogy*, 99(2), 440-449

Bonaccorso, F. 1979. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. *Bulletin of Florida State Museum*, 24: 359– 408.

Briones-Salas, M., Sánchez-Cordero, V., y Santos-Moreno, A. (2005). Diversidad de murciélagos en el gradiente altitudinal de la Sierra Mazateca, Oaxaca.

Brown, H., y Lomolino, M. (1998). *Biogeography*. Sunderland, Massachusetts.

Calderón-Patrón, J., Briones-Salas, M., y Moreno, C. (2013). Diversidad de murciélagos en cuatro tipos de bosque de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Therya*, 4(1), 121-137.

Campos, G. I., Teresa, K., y Monroy, R. (2015). El reto de la sostenibilidad urbana: Cuernavaca Morelos.

Castaman-Francener, S. M. (2006). Análise nutricional dos frutos de Piper, Solanum e Ficus e sua importancia na dieta dos morcegos. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 49.

Castillo, Ú. (2015). Estrategia de desarrollo sustentable de la Biorregión Norponiente de Morelos.

Ceballos, G. y Arroyo-Cabrales, J. (2012). Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. Revista Mexicana de mastozoología Nueva época, 2(2), 27-80.

Charles-Dominique, P. 1986. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: Cecropia, birds and bats in French Guiana. Pp. 19-135.

Conklin-Brittain, N.L., Dierenfeld, E.S., Wrangham, E.W., Norconk M. y Silver, S.C. 1999. Chemical protein analysis: a comparison of Kjeldahl crude protein and total ninhydrin protein from wild, tropical vegetation. J. Chem. Ecol. 25: 2601–2622.

Delorme, M., & Thomas, D.W. (1996). Nitrogen and energy requirements of the short-tailed fruit bat (*Carollia perspicillata*): fruit bats are not nitrogen constrained. Journal of Comparative Physiology B, 166(7), 427-434.

Dinerstein, E., 1986. Reproductive ecology of fruit bats and the seasonality of fruit production in a Costa Rican cloud forest. Biotropica 18, Pp. 307-316.

Estrada-Villegas, S., Pérez-Torres, J., y Stevenson, P.R. (2010). Ensamblaje de murciélagos en un bosque subandino colombiano y análisis sobre la dieta de algunas especies. Mastozoología neotropical, 17(1), 31-41.

Fleming, T.H., 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. En: Frugivores and seed dispersal (Estrada, A. y TH.Fleming (eds). Dr. W. Junk Publishers Dordrecht. Pp. 105-118.

Fleming, T.H., y Heithaus, E.R., 1981. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. Biotropica, 13, Pp. 45–53.

Fleming, T.H., y Heithaus, E.R., 1981. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. Biotropica, 13, Pp. 45–53.

Dorado O, Flores-Castorena, A., Almonte, J., Arias, D., y Martínez-Alvarado, D. 2012. Árboles de Cuernavaca nativos y exóticos. Guía para su identificación, Trópico Seco Ediciones/uaem-ceamish, Cuernavaca, 2012, p. 2.

Galindo-González, J., 2002 Clasificación de los murciélagos en la región de los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta zoologica Mexicana* (5) 20. Pp. 239-243.

Galindo-González, J., 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana*, 73, Pp. 57-74.

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

Graham, G.L. (1983). Changes in bat species diversity along an elevational gradient up the Peruvian Andes. *Journal of mammalogy*, 64(4), 559-571.

Gurrusquieta-Navarro, M.C. (2015). Dieta de murciélagos frugívoros de la zona urbana de Cuernavaca, Morelos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos – UAEM.

Heithaus, E.R., Fleming, T.H., y Opler, P.A. (1975). Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology*, 56(4), 841-854.

Hernández, E.R.J., Carrera-Hernández, E.R., Bello-Gutiérrez, J., y Hidalgo-Mihart, M.G., 2008. Relación de la riqueza de murciélagos con variables del paisaje en la ciudad de Villahermosa, Tabasco. *Semana de Divulgación Científica*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Hernández-Montero, J.R., Rojas-Soto, O.R., & Saldaña-Vázquez, R.A. (2011). Consumo y dispersión de semillas de *Solanum schlechtendalianum* (Solanaceae) por el murciélago frugívoro *Sturnira ludovici* (Phyllostomidae). *Chiroptera Neotropical*, 17(2), 1017-1021.

Hernández-Vila, H.D.R. 2015. Diversidad de Murciélagos en Áreas Verdes Urbanas en la Ciudad de Cuernavaca, Morelos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

Hodgkinson, R., Ayasse, M., Kalko, E.K., Häberlein, C., Schulz, S., Mustapha, W. A. W., ... y Kunz, T.H. (2007). Chemical ecology of fruit bat foraging behavior in relation to the fruit odors of two species of paleotropical bat-dispersed figs (*Ficus hispida* and *Ficus scortechinii*). *Journal of Chemical Ecology*, 33(11), 2097-2110.

Humphrey, S. R., y Bonaccorso, F.J. (1979). Population and community ecology. *Biology of the bats of the new world family Phyllostomidae*. Part III. Special Publications of the Texas Tech University, (16), 409-441.

INAFED. 2010. Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Secretaría de Gobernación. México.

Isaac-Junior, J.B., y Sábato, E.L. (1994). Caracterização da fauna de morcegos (Mammalia: Chiroptera), na área de influência da variante ferroviária Capitão Eduardo/Costa Lacerda no município de Caeté (Minas Gerais). *Bios*, Belo Horizonte, 2(2), 25-29.

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

Jung, K. y Threlfall, C. 2016. Urbanisation and Its Effects on Bats—A Global Urbanisation and Its Effects on Bats—A Global Meta-Analysis. Pags. 13-33. En: Voigt, C.; Kingston, T. (eds), *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Springer International Publishing AG. London.

Kalko, E.K., Herre, E.A., y Handley, C.O. (1996). Relation of fig fruit characteristics to fruit-eating bats in the New and Old World tropics. *Journal of Biogeography*, 23(4), 565-576.

Kalnay, E., y Cai, M. (2003). Impact of urbanization and land-use change on climate. *Nature*, 423(6939), 528.

Korine, C, Kalko, E. y Herre, E. 2000. 'Fruit Characteristics and Factors Affecting Fruit Removal in a Panamanian Community of Strangler Figs', *Oecologia*, 123.4: 560–68.

Kunz, T.H., y Díaz, C.A., 1995. Folivory in fruit-eating bats, with new evidence from *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Biotropica*, 27 (1). Pp. 27-34.

Lara, F.G., Y Armillas, V.F. Descripción de la vegetación de la Barranca de "Los Sauces" Cuernavaca, Morelos México.

Loayza, A. P., Rios, R.S., y Larrea Alcázar, D.M. (2006). Disponibilidad de recurso y dieta de murciélagos frugívoros en la Estación Biológica Tunquini, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 41(1), 7-23.

McKineey, M., 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127, Pp. 247-260.

Medellin, R.A., y Gaona, O. (1999). Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. *Biotropica*, 31(3), 478-485.

Medellín, R.A., Arita, H.T, Sánchez. O., 2008. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo. 2a edición. Instituto de Ecología, UNAM, México, D.F., Pp. 78.

Mello, M., E. Kalko, y Silva, W. 2009. Ambient temperature is more important than food availability in explaining reproductive timing of the bat *Sturnira lilium* (Mammalia: Chiroptera) in a montane Atlantic Forest. *Canadian Journal of Zoology* 87:239–245.

Muñoz, M.C., Fierro-Calderón, K., y Rivera-Gutierrez, H.F. (2007). Las aves del campus de la Universidad del Valle, una isla verde urbana en Cali, Colombia. *Ornitología Colombiana*, 5(5), 5-20.

Muscarella, R., y Fleming, T.H. (2007). The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological reviews*, 82(4), 573-590.

Ocampo-Ramírez, C.M., 2015. Diversidad de murciélagos en sitios conservados y perturbados en la selva seca de la mixteca baja poblana. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.

Olea-Wagner, A., Lorenzo, C., Naranjo, E., Ortiz, D., y León-Paniagua, L. (2007). Diversidad de frutos que consumen tres especies de murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae) en la selva lacandona, Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 78(1), 191-200.

Oprea, M.P.M., Vieira, T.B., y Ditch field, A. D., 2009. Do wooded streets provide connectivity for bats in an urban landscape. *Biodiversity and Conservation* 18, Pp. 2361-2370.

Orozco-Lugo, C. L., Valenzuela-Galván, D., Guillén-Servent, A., Lavalle-Sánchez, A. y Rhodes-Espinoza, A. J. (2014). Primer registro de cuatro especies de murciélagos para el estado de Morelos y nuevos registros para la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(1), 38-47.

Patterson, B.D., Pacheco, V., y Solaris, S. (1996). Distribution of bats along an elevational gradient in the Andes of south-eastern Peru. *Journal of Zoology*, 240(4), 637-658.

Pedro, W.A., y Taddei, V.A. (1997). Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 6, 3-21.

Piedra-Malagón, E.M., Ramírez Rodríguez, R., e Ibarra-Manríquez, G. (2006). El género *Ficus* (Moraceae) en el estado de Morelos, México. *Acta botánica mexicana*, (75), 45-75.

Prone, B., 2010. Bats (Chiroptera, phyllostomidae) in the urbanized area in South of Brazil. Departamento de Biología, Centro de Ciências Biológicas, Universidad Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringa, Paraná, Brazil.

Reyes-Velázquez, S., 2011. Diversidad y dieta de los murciélagos frugívoros (Chiroptera: Stenodermatinae) en el Jardín Botánico de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca. Tesis de licenciatura, Licenciatura en Biología, Universidad del Mar campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

Rui, H., Zhang, L., Li, Z. y Pan, Y. 2009. Extraction and characteristics of seed kernel oil from white pitaya. *J. Food Eng.* 93: 482–486.

Shannon, C.E. & Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. The Univ. of Illinois Press, Urbana, IL.

Saldaña-Vázquez, R.A., y Schondube, J.E. 2013. Food intake changes in relation to food quality in the Neotropical frugivorous bat *Sturnira ludovici*. *Acta Chiropterologica* 15:69–75.

Saldaña-Vázquez, R. A., y Schondube, J. E. (2016). La masa corporal explica la dominancia de *Artibeus* (Phyllostomidae) en ambientes urbanos. In *Memorias en Extenso del I Congreso de Fauna Nativa en Medios Antropizados*. CONACYT-UAQ, Mexico(pp. 23-33).

Saldaña-Vázquez, R.A., Sosa, V.J., Iñiguez-Dávalos, L.I., y Schondube, J.E. (2013). The role of extrinsic and intrinsic factors in Neotropical fruit bat–plant interactions. *Journal of Mammalogy*, 94(3), 632-639.

Sánchez-Cordero, V. (2001). Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology and Biogeography*, 10(1), 63-76.

Schondube, J.E., G. Herrera y C. Martínez del Río. 2001. Diet and the evolution of digestion and renal function in phyllostomid bats. *Zoology*, 104: 59–73.