



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

INTERACCIONES INTERESPECÍFICAS ENTRE LOS  
MURCIÉLAGOS NECTARÍVOROS SIMPÁTRICOS  
*Leptonycteris yerbabuenae* y *Leptonycteris nivalis* Y  
CORROBORACIÓN DE REFUGIOS HISTÓRICOS EN EL  
CENTRO DE MÉXICO, MÉXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

MARISOL MARTÍNEZ BAUTISTA

DIRECTOR DE TESIS:  
DR. RODRIGO A. MEDELLÍN LEGORRETA

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno  
Martínez  
Bautista  
Marisol  
(55) 2166-6531  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
310287278
  
2. Datos del tutor  
Doctor  
Rodrigo Antonio  
Medellín  
Legorreta
  
3. Datos del sinodal 1  
Doctora  
Livia Socorro  
León  
Paniagua
  
4. Datos del sinodal 2  
Doctor  
Alberto Enrique  
Rojas  
Martínez
  
5. Datos del sinodal 3  
Maestro en Ciencias  
Noé  
Pacheco  
Coronel
  
6. Datos del sinodal 4  
Maestro en Ciencias  
José Daniel  
Zamora  
Mejías

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, María Guadalupe y Jaime, por apoyarme durante todo el proceso de ser bióloga y haberme dado su amor incondicional toda la vida. Por confiar siempre en mí y alentarme a lograr siempre lo que me propongo sin darme por vencida. Lo quiero muchísimo.

A mi hermano, compañero de vida, incansable amigo y apoyo sin igual en los momentos más difíciles. Quien aún sin ser biólogo dio todo de sí para ayudarme en las salidas de campo, arriesgándose a sí mismo, cuando nadie más quiso hacerlo.

A mis amigos Marco y Francisco, asistentes inagotables de campo y sabios consejeros de vida. Gracias por las risas, regañones, disgustos y consejos que siempre he y seguiré valorando. Porque con ustedes aprendí lo que es la verdadera amistad y que un amigo no es aquel que siempre te da la razón, sino aquel que sabe regañarte y darte un buen golpe cuando sabe que estas equivocado.

A mi tutor Rodrigo Medellín. Muchas gracias doc, por darme la oportunidad de colaborar en su laboratorio y abrirme la puerta al maravilloso mundo de los murciélagos.

A la maestra Leonor y el profe Salvador. Les agradezco infinitamente el haber confiado en mí, haberme abierto las puertas de su laboratorio y haberme brindando su tiempo sin esperar nada más que poder ayudar a un estudiante. Por haberme enseñado todo lo que se sobre palinología. Por haber dedicado su tiempo y esfuerzo en esta tesis, la cual sin ustedes no hubiera sido posible. Gracias por ser apasionados de lo que hacen y por ser los mejores profesores que he conocido, con ganas de enseñar a todo aquel que quiere aprender.

A Ana. Gracias por haber sido mi guía durante el proceso de selección de tesis. Gracias por haberme asesorado, por tomarte el tiempo para guiarme y orientarme. Por haber revisado mis notas, mis avances y mis propuestas para becas.

Al doctor Alberto Rojas Martínez y a Génesis. Porque sin ustedes esta tesis no hubiera sido posible. Gracias por su ayuda durante el trabajo de campo realizado en Barranca de Metztlán y por su tiempo, esfuerzo y apoyo hacia mí y hacia el LECVT.

A Daniel Y Mirna. Gracias por esas salidas de campo sin igual. Gracias por hacerme reír siempre y estar ahí para apoyarme.

A Ivar Vleut, por haber sido ese amigo chistoso al que siempre podía hacer bullying sin que se enojara. Por haberme dado apoyo moral muchas veces aun sin darte cuenta y porque sin ti y si tu ayuda probablemente no habría obtenido ningún financiamiento para mi proyecto.

A Abi y Roberto, gracias por haber sido unos excelentes asistentes de campo.

A don Miguel y doña Ángeles del poblado de Ticumán, Morelos, y a sus hijas. Por haber sido un punto clave en la realización de esta tesis. Muchísimas gracias por haberme apoyado desinteresadamente y haberme brindado su hogar para hospedarme durante las

salidas de campo. Por tratarme más que como científica o bióloga como una amiga que estudia a los murciélagos. Por interesarse en la naturaleza y su conservación, y dejar de lado las ideas erróneas que existen sobre los murciélagos. En este mundo hacen falta más personas como ustedes, gente valiosa que está dispuesta a buscar la conservación de nuestro planeta y llevar a cabo acciones para que esto suceda.

Al guía Juan Pablo, del poblado de San Juan Tlacotenco. Muchísimas gracias por haberme apoyado desinteresadamente en todas las ocasiones en la que visite el maravilloso sistema de cavernas que existe en su localidad. Por haber sido mi guía dentro de él, y por buscar su conservación sin otra razón que su amor hacia este maravilloso sitio.

A todos los miembros de la cooperativa del parque ecoturístico Alejandra de la Barranca de Aguacatitla. Gracias por permitirme llevar a cabo mis muestreos en su bellissimo lugar. Y por apoyar el desarrollo de la ciencia y la conservación.

A los miembros de la comunidad de San Pablo Tetlapayac en la Barranca de Metztlán y a los ejidatarios de la Reserva de la Sierra Montenegro, por permitirme trabajar en su bellissimo pueblo.

Al guía Adrián de las Grutas de Tziranda, por haber sido mi asistente de campo en las visitas al sitio. Gracias por los chistes, las risas, e incluso las historias de terror.

A Laura Navarro y Mari y a Bioconciencia, por haberme apoyado y haberme brindado su conocimiento para poder implementar las actividades de educación ambiental correspondientes a este proyecto. Muchísimas gracias a las dos por el amor que ponen en cada actividad que realizan.

A The Rufford Foundation, por haber financiado este proyecto y haber creído en mí y en mi capacidad para realizarlo. ¡Logramos finalizarlo con éxito!

A la doctora Livia León y el Maestro en Ciencias Noé Pacheco, por haberse dado el tiempo de revisar mi tesis y darme su opinión sobre mi trabajo. Por haber hecho posible mi titulación.

Finalmente quiero agradecer a Héctor. Porque, aunque llegaste a mi vida cuando está a la mitad de este proceso, en el instante en el que entraste la colmaste de felicidad y paz, y me diste la fuerza que necesitaba para finalizar esta etapa tan importante. Te amo muchísimo.

# Contenido

<a href="#">AGRADECIMIENTOS</a> .....	2
<a href="#">RESUMEN</a> .....	9
<a href="#">CAPÍTULO I. SOBRELAPAMIENTO DE DIETA ENTRE <i>Leptonycteris nivalis</i> Y <i>Leptonycteris yerbabuena</i> EN EL CENTRO DE MÉXICO.</a> .....	10
<a href="#">INTRODUCCIÓN</a> .....	10
<a href="#">Distribución de <i>Leptonycteris</i></a> .....	11
<a href="#">Características diagnósticas de <i>L. yerbabuena</i> y <i>L. nivalis</i></a> .....	11
<a href="#">Sobrelapamiento de nicho</a> .....	13
<a href="#">ANTECEDENTES</a> .....	15
<a href="#">Dieta de <i>Leptonycteris</i></a> .....	15
<a href="#">Compensación de azúcares y preferencias alimenticias</a> .....	20
<a href="#">Sitios de forrajeo y disponibilidad de recursos en el centro de México</a> .....	26
<a href="#">Segregación entre <i>L. nivalis</i> y <i>L. yerbabuena</i></a> .....	28
<a href="#">OBJETIVOS</a> .....	30
<a href="#">Objetivo general</a> .....	30
<a href="#">Objetivos particulares</a> .....	30
<a href="#">HIPÓTESIS</a> .....	31
<a href="#">Hipótesis general</a> .....	31
<a href="#">ÁREA DE ESTUDIO</a> .....	32
<a href="#">Cuenca del Balsas</a> .....	32
<a href="#">Barranca de Metztitlán</a> .....	35
<a href="#">Túneles de Aguacatitla</a> .....	37
<a href="#">MÉTODOS</a> .....	39
<a href="#">Revisión bibliográfica</a> .....	39
<a href="#">Trabajo de campo</a> .....	39
<a href="#">Trabajo en laboratorio</a> .....	42
<a href="#">Análisis de datos</a> .....	43
<a href="#">RESULTADOS</a> .....	45
<a href="#">Dieta</a> .....	45
<a href="#">Sobrelapamiento de dieta entre <i>L. nivalis</i> y <i>L. yerbabuena</i></a> .....	54

<a href="#">Disponibilidad de recursos</a> .....	62
<a href="#">Captura de ejemplares en forrajeo</a> .....	68
<a href="#">DISCUSIÓN</a> .....	69
<a href="#">Dieta</a> .....	69
<a href="#">Sobrelapamiento de dieta entre <i>L. nivalis</i> y <i>L. yerbabuenae</i></a> .....	76
<a href="#">Disponibilidad de recursos</a> .....	82
<a href="#">Capturas en forrajeo</a> .....	84
<a href="#">CONCLUSIONES</a> .....	86
<a href="#">Dieta</a> .....	86
<a href="#">Sobrelapamiento de dieta entre <i>L. nivalis</i> y <i>L. yerbabuenae</i></a> .....	86
<a href="#">Disponibilidad de recursos</a> .....	87
<a href="#">CAPÍTULO II. REFUGIOS HISTÓRICOS DE <i>Leptonycteris nivalis</i> EN EL CENTRO DE MÉXICO</a> .....	89
<a href="#">INTRODUCCIÓN</a> .....	89
<a href="#">ANTECEDENTES</a> .....	91
<a href="#">Refugios de <i>L. nivalis</i> conocidos</a> .....	91
<a href="#">Búsqueda de refugios</a> .....	98
<a href="#">OBJETIVOS</a> .....	100
<a href="#">Objetivo general</a> .....	100
<a href="#">Objetivos particulares</a> .....	100
<a href="#">ÁREA DE ESTUDIO</a> .....	101
<a href="#">Cueva del Salitre</a> .....	101
<a href="#">Cueva del Ferrocarril</a> .....	101
<a href="#">Cueva de Iztaxiatla</a> .....	102
<a href="#">Cueva de la Peña</a> .....	103
<a href="#">Cueva de San Lorenzo</a> .....	103
<a href="#">Grutas de Tziranda</a> .....	103
<a href="#">MÉTODOS</a> .....	105
<a href="#">Revisión bibliográfica</a> .....	105
<a href="#">Vistas a las cuevas</a> .....	105
<a href="#">RESULTADOS</a> .....	106
<a href="#">Grutas de Tziranda</a> .....	110
<a href="#">DISCUSIÓN</a> .....	112
<a href="#">Refugios visitados: Presencia de <i>L. nivalis</i>, amenazas y protección</a> .....	112

<a href="#">Especies presentes en las cuevas</a> .....	115
<a href="#">Grutas de Tziranda</a> .....	116
<a href="#">CONCLUSIONES</a> .....	118
<a href="#">LITERATURA CITADA</a> .....	119



## LISTADO DE FIGURAS

<a href="#">Figura 1. Distribución de <i>L. nivalis</i> y <i>L. yerbabuenae</i> según Moreno-Valdéz et al. (2000) y Cole y Wilson (2006), y área de solapamiento en el centro de México.</a>	12
<a href="#">Figura 2. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de pelo colectadas en Cueva del Diablo.</a>	47
<a href="#">Figura 3. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de heces colectadas en Cueva del Diablo. Señalada con la línea roja se muestra la especie exclusiva de las muestras de heces con respecto a las de pelo.</a>	47
<a href="#">Figura 4. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de pelo colectadas en Cueva del Salitre.</a>	49
<a href="#">Figura 5. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de heces colectadas en la Cueva del Salitre.</a>	49
<a href="#">Figura 6. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de pelo colectadas en el Túnel de Aguacatitla. Con las líneas azules se muestran las especies exclusivas de las muestras de pelo con respecto a las de heces.</a>	51
<a href="#">Figura 7. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de heces colectadas en el Túnel de Aguacatitla. Con la línea roja se muestran las especies exclusivas de las muestras de pelo con respecto a las de heces.</a>	51
<a href="#">Figura 8. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de pelo colectadas en la Cueva del Guano. Con las líneas azules se muestran las especies exclusivas de las muestras de pelo con respecto a las de heces.</a>	53
<a href="#">Figura 9. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de heces colectadas en la Cueva del Guano. Con la línea roja se muestran las especies exclusivas de las muestras de pelo con respecto a las de heces.</a>	53
<a href="#">Figura 10. Curva de acumulación con base en los datos de la Cueva del Diablo (pelo) para el modelo de Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).</a>	55
<a href="#">Figura 11. Curva de acumulación con base en los datos de la Cueva del Diablo (heces) para el modelo de Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).</a>	55
<a href="#">Figura 12. Curva de acumulación con base en los datos de la Cueva del Salitre (pelo) para el modelo de Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).</a>	56
<a href="#">Figura 13. Curvas de acumulación con base en los datos de la Cueva del Salitre (heces) para el modelo de Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).</a>	56
<a href="#">Figura 14. Curvas de acumulación con base en los datos de los Túneles de Aguacatitla (pelo) para el modelo de Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).</a>	58
<a href="#">Figura 15. Curvas de acumulación con base en los datos de los Túneles de Aguacatitla (heces) para el modelo de Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).</a>	58
<a href="#">Figura 16. Curvas de acumulación con base en los datos de Cueva del Guano (pelo) para los modelos de ACE y Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).</a>	59
<a href="#">Figura 17. Curvas de acumulación con base en los datos de Cueva del Guano (heces) para los modelos de ACE y Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).</a>	59

## LISTADO DE CUADROS

<u>Cuadro 1. Listado de especies de plantas (basado en una revisión bibliográfica), presentes en la dieta de <i>L. nivalis</i> reportadas hasta el momento.</u> .....	16
<u>Cuadro 2. Listado de especies de plantas (basando en una revisión bibliográfica) presentes en la dieta de <i>L. yerbabuena</i> reportadas hasta el momento.</u> .....	22
<u>Cuadro 3. Individuos muestreados por zona y muestras de polen en pelo y heces analizadas.</u> .....	45
<u>Cuadro 4. Valores obtenidos para el esfuerzo de muestreo y la proporción de taxas registrados de acuerdo a los modelos de Chao 1 y ACE para cada cueva en la CB.</u> .....	57
<u>Cuadro 5. Valores obtenidos para el esfuerzo de muestreo y la proporción de taxas registrados de acuerdo a los modelos de Chao 1 y ACE para cada cueva en la RBBM.</u> .....	60
<u>Cuadro 6. Disponibilidad de las especies identificadas en los muestreos de disponibilidad de recursos en la CB. Individuos con flor: abundantes (+++), recurrentes (++) , escasos (+).</u> .....	63
<u>Cuadro 7. Disponibilidad de las especies identificadas en los muestreos de disponibilidad de recursos en la RBBM y zonas aledañas. Individuos con flor: abundantes (+++), recurrentes (++) , escasos (+).</u> .....	66
<u>Cuadro 8. Sitios en los que los reportes de la presencia de <i>L. nivalis</i> se limita a captura de ejemplares que fueron depositados en distinta colecciones o a simples avistamientos.</u> .....	94

## RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo fue determinar cómo es el uso de los recursos alimenticios y de los refugios por parte de *L. nivalis* y *L. yerbabuena* cuando encuentran sobrelapada su distribución en dos zonas del centro de México. Para ello se realizaron muestreos de dieta, actividad de forrajeo y disponibilidad de recursos, así como la búsqueda y visita de refugios reportados históricamente para *L. nivalis*.

Los resultados arrojaron que estos quirópteros comparten más del 90% de las especies de plantas que consumen en ambas zonas de muestreo. Esto, sumado a la alta disponibilidad de recursos identificada, nos indica que entre estos murciélagos no existe necesidad de competencia por el alimento. Pese a ello, si existe una diferencia en cuanto a la proporción de polen que cada especie de quiróptero consume de cada especie de planta. Se observó una tendencia de *L. nivalis* a enfrascarse en el consumo del recurso más abundante, mientras que *L. yerbabuena* diversifica un poco más su dieta, buscando siempre el consumo de los néctares de mayor calidad. Esto se ha asociado al hecho de que *L. nivalis* posee una mayor capacidad de compensación ante la ingesta de néctares diluidos, con respecto a *L. yerbabuena*, por lo que esta última tiene que realizar un esfuerzo mayor al momento de la búsqueda de alimento.

Por otro lado, se corroboró la presencia de *L. nivalis* en uno de los sitios reportados anteriormente como refugio para la especie. Y, según los datos obtenidos en dos meses de muestreo, la colonia que aquí habita es una de apareamiento, apenas la segunda conocida para la especie.

## CAPÍTULO I. SOBRELAPAMIENTO DE DIETA ENTRE *Leptonycteris nivalis* Y *Leptonycteris yerbabuenae* EN EL CENTRO DE MÉXICO.

### INTRODUCCIÓN.

En el mundo existen 5416 especies de mamíferos, de las cuales aproximadamente 1386 son murciélagos agrupados en el orden Chiroptera (Burgin et al., 2018; Simmons, 2005). Este orden tiene una gran relevancia tanto ecológica como económica, pues sus integrantes desarrollan importantes papeles que van desde dispersores de semillas (Rivero, 2016) y reguladores de plagas (Boyles et al., 2011), hasta grandes polinizadores (Eguiarte et al., 1987; López et al., 2006; Molina-Freaner y Eguiarte, 2003; Trejo-Salazar et al., 2015). Dentro del orden Chiroptera se incluye la familia Phyllostomidae, endémica del continente americano, la cual engloba a su vez a la subfamilia Glossophaginae, representada por murciélagos que consumen néctar y polen. Dentro de los géneros que pertenecen a esta subfamilia se encuentra *Leptonycteris*, conformado por tres especies: *Leptonycteris nivalis*, *Leptonycteris yerbabuenae* y *Leptonycteris curasoae* (Simmons, 2005). Debido a su consumo de néctar y polen los individuos de este género tienen una particular importancia, ya que son los principales polinizadores de más de cien especies de plantas con gran alcance cultural, económico y ecológico (Arias-Coyotl et al., 2006; Galicia-Salinas, 2013; Lopez, 2010; Molina-Freaner y Eguiarte, 2003; Riechers et al., 2003 Stoner et al., 2003; Rojas, 1996; Sánchez y Medellín, 2007; Trejo-Salazar et al., 2015). Además, al ser migratorios, sus actividades como polinizadores son vitales para la conservación de varios ecosistemas a escala continental (Galicia-Salinas, 2013; Stoner et al., 2003; Téllez, 2001). El género *Agave*, una de sus principales fuentes de alimento, es también la materia prima de bebidas tradicionales como el tequila, el pulque y el mezcal. Otros grupos importantes en su dieta son las cactáceas de los géneros *Stenocereus* (Arias-Coyotl et al., 2006;

Sánchez y Medellín, 2007), *Neoubuxbaumia* (Valiente-Banuet et al., 1997) y *Acanthocereus* (Rojas-Martínez et al., 2012), que producen frutos de consumo humano (Pérez, 2007).

#### Distribución de *Leptonycteris*

*Leptonycteris curasoae* se encuentra distribuida en Sudamérica, en las zonas secas del noreste de Colombia, norte y oeste de Venezuela, y las islas Margarita, Curazao, Bonaire y Aruba, pero su distribución no llega más al norte (Nassar et al., 2016). Las otras dos especies de este género se encuentran en América del Norte, y específicamente en México sus distribuciones se sobrelapan casi completamente, aumentando este sobrelapamiento hacia el centro del país (Arita, 1991) (Figura 1). *Leptonycteris yerbabuenae* se distribuye desde el suroeste de Estados Unidos hasta Guatemala, El Salvador y Honduras (Arita, 1991; Cockrum, 1991; Cole y Wilson, 2006; Arita y Humphrey, 1988). Específicamente en México se encuentra a lo largo de toda la costa del Pacífico y la zona centro-sur, extendiendo su distribución además hacia la costa del Golfo de México (Arita, 1991; Arita y Humphrey, 1988; Cole y Wilson, 2006; Medellín, 2016) (Figura 1). Por su parte *L. nivalis* se encuentra únicamente en Estados Unidos y México. En este último país su distribución abarca igualmente una gran parte de la zona centro, extendiéndose hacia la costa del Golfo de México y hacia el norte por los estados de Zacatecas y Nuevo León (Arita, 1991; Arita y Humphrey, 1988; Moreno-Valdez et al., 2000) (Figura 1).

#### Características diagnósticas de *L. yerbabuenae* y *L. nivalis*

Existen tres características principales que nos ayudan a diferenciar a *L. yerbabuenae* de *L. nivalis*. La primera es que en *L. nivalis* las tres falanges del tercer dedo son más largas que el tercer metacarpo, y la última de estas mide más de 15 mm

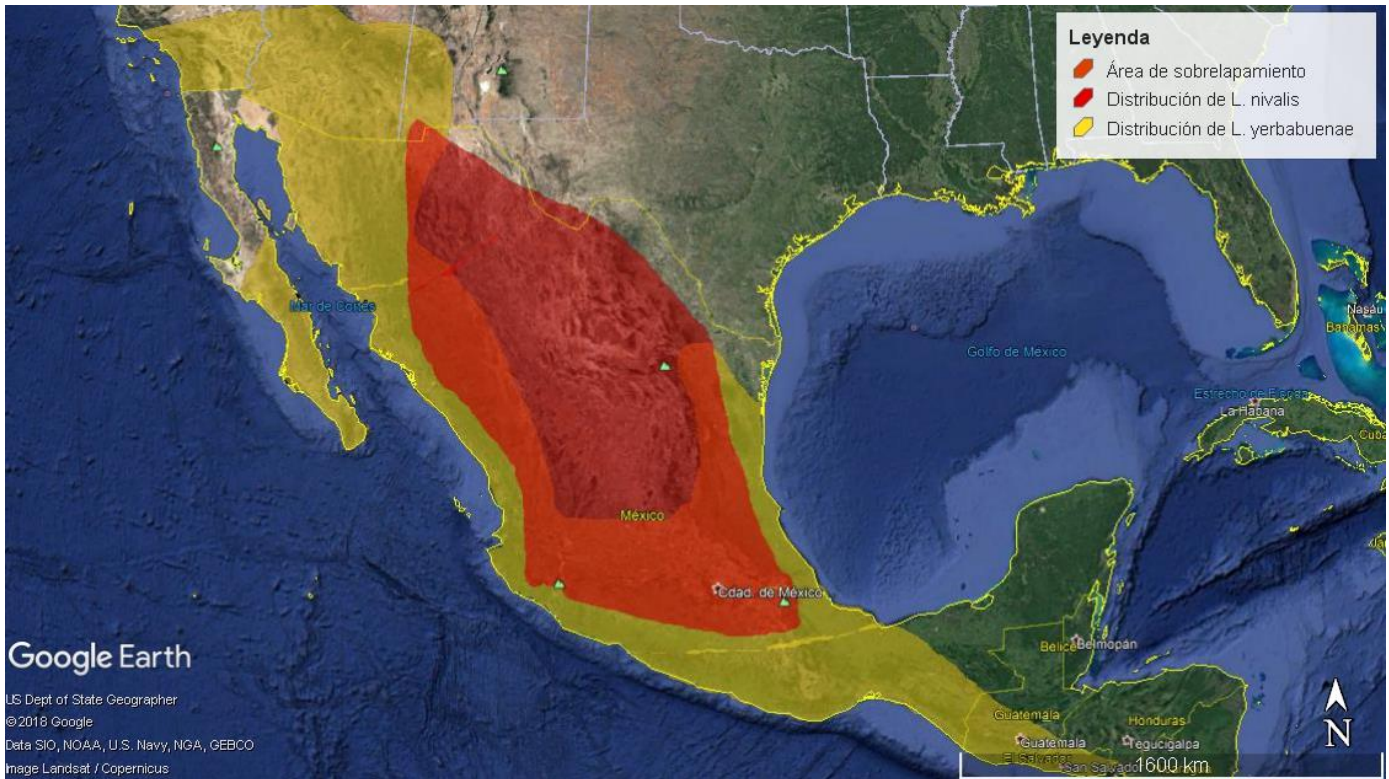


Figura 1. Distribución de *L. nivalis* y *L. yerbabuena* según Moreno-Valdez et al. (2000) y Cole y Wilson (2006), y área de superposición en el centro de México.

(Hoffmeister, 1957; Medellín et al, 2008; Pfrimmer y Wilkins, 1988), a diferencia de *L. yerbabuena* cuyas falanges del tercer dedo son del mismo tamaño o más pequeñas que el tercer metacarpal y la última falange es menor a 15 mm (Cole y Wilson, 2006; Davis y Carter, 1962; Medellín et al., 2008). La segunda es que el antebrazo de *L. nivalis* mide normalmente más de 55 mm, en promedio 57 mm (Hoffmeister, 1957; Pfrimmer y Wilkins, 1988), mientras que el de *L. yerbabuena* mide 55 mm o menos (Cole y Wilson, 2006; Davis y Carter, 1962). La tercera es que *L. nivalis* tiene una cabeza y cuerpo más grande que *L. yerbabuena* (10% o más), presenta una cresta esfenoidal menor, puente palatino ancho y borde del palatino en forma de U (Arita y Humphrey, 1988; Watkins et al., 1972). Finalmente la cuarta es que el uropatagio de *L. nivalis* es más angosto y presenta un fleco notorio de pelaje largo (3 a 4 mm) (Medellín et al., 2008; Pfrimmer y Wilkins, 1988), que sobresale del uropatagio (Medellín et al., 2008), con respecto al de *L. yerbabuena*, cuyo uropatagio es más amplio y está prácticamente desnudo o con poco pelaje (Cole y Wilson, 2006; Medellín et al., 2008).



Debido a su origen común y morfologías similares *L. yerbabuena* y *L. nivalis* tienen también requerimientos ecológicos muy parecidos (Téllez, 2001). Ambas especies se alimentan del néctar y polen de distintas plantas pertenecientes a las familias Cactaceae, Agavaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Amaryllidaceae y Bombacaceae, entre otras (Riechers et al., 2003; Sánchez y Medellín, 2007; Stoner et al., 2003; Villalpando, 2006).

#### Sobrelapamiento de nicho.

Todo lo anterior sugiere que entre *L. nivalis* y *L. yerbabuena* debe existir algún mecanismo que les permite coexistir en las mismas zonas al mismo tiempo. Existen varios modelos que buscando establecer el nicho de las distintas especies han desarrollado los supuestos de que especies con gran similitud ecológica y/o morfológica deben segregarse de algún u otro modo en alguna de las dimensiones de sus nichos para poder coexistir en los mismos sitios al mismo tiempo (Begon, et al., 1995; Hardin, 1960; Hutchinson, 1959; Pianka, 1980).

Entre los modelos que se han desarrollado está el de Pianka, el cual indica que el sobrelapamiento máximo tolerable es inversamente proporcional a la intensidad de la competencia por los recursos y la capacidad de carga del ambiente, y directamente proporcional al número de potenciales competidores interespecíficos. De modo que, si los recursos se suplen de forma constante, dos organismos pueden compartirlos sin dañarse entre sí. De lo contrario, la competencia puede reducirse a partir de una segregación en algunas de las subdivisiones de su nicho ecológico. Estas pueden ser segregación alimenticia, que se alimentan de distintos recursos; segregación espacial, que ocupan

distintos sitios de forrajeo o refugio; o segregación temporal, en qué horas se encuentran activos (Pianka, 1974).

En este trabajo se analizaron la dieta y la actividad de forrajeo de *L. nivalis* y *L. yerbabuena* con el fin de determinar si entre estas especies puede existir algún tipo de segregación alimenticia o temporal. Los análisis se llevaron a cabo en dos distintas zonas del centro de México, en las cuales estas especies sobrelapan su distribución en diferentes épocas del año. Se presentan también los datos de disponibilidad de recursos en ambas zonas, con el fin de tener una aproximación acerca de la abundancia de recursos que existen para estos quirópteros, considerando los recursos disponibles y las áreas en las que se encuentran estos.



## ANTECEDENTES.

### Dieta de *Leptonycteris*.

La investigación sobre la dieta de *L. nivalis* ha avanzado mucho actualmente. Estudios sobre su alimentación se han realizado en diversos sitios a lo largo de su distribución (Moreno-Valdez et al., 2004; López, 2010; Sánchez, 2004; Sánchez y Medellín, 2007; Téllez, 2001), a partir de los cuales sabemos que la especie se alimenta de plantas CAM o C<sub>3</sub>, siendo el género *Agave* el más representativo dentro de su dieta (Cuadro 1). En total la dieta de este murciélago se compone de 51 distintas especies de plantas pertenecientes a 17 géneros y 8 familias (Easterla, 1972; Gardner, 1977; Dobat y Peikert-Holle, 1985; López, 2010; Rojas, 1996; Sánchez, 2004; Sánchez y Medellín, 2007; Téllez, 2001; Trejo, 2007; Trejo et al., 2015; Valiente-Banuet et al., 1997). En el Cuadro 1 se muestran todas las especies de plantas reportadas hasta el momento en la dieta de *L. nivalis*. Algunos géneros como *Pinus* y *Eucalyptus* no son considerados dentro del listado, ya que al ser plantas de polinización anemofila llegan al pelaje o estómago del murciélago de forma incidental (López, 2010). Por otro lado, dentro de su dieta también se ha reportado la presencia marginal de insectos (Sánchez, 2004; Sánchez y Medellín, 2007).

Los estudios acerca de la dieta de *L. yerbaubuenae* son mucho más numerosos y se han realizado casi a lo largo de toda su distribución (Riechers-Pérez et al., 2003). Con base en ellos sabemos que se alimenta principalmente de plantas tipo CAM o C<sub>3</sub> (Téllez, 2001), pudiendo consumir además algunos insectos (Quiroz, et al., 1986). En los estudios de dieta realizados en México para la especie, se ha determinado que se alimenta de un total de 63 distintas especies de plantas pertenecientes a 38 géneros y 19 familias (Molina-Freaner y Eguiarte, 2003; Quiroz et al., 1986; Riechers et al., 2003; Rojas, 1996; Rojas-Martínez et al., 2012; Stoner et al., 2003; Villalpando, 2006). En el Cuadro 2 se

Cuadro 1. Listado de especies de plantas (basado en una revisión bibliográfica), presentes en la dieta de *Leptonycteris nivalis* reportadas hasta el momento.

<b>Familia</b>	<b>Especie de planta</b>	<b>Localidad(es) / País(es)</b>	<b>Fuente(s)</b>
<b>Liliaceae</b>	-	México	Álvarez y González (1970)
<b>Agavaceae</b>	<i>Agave americana/A. parryi</i>	Cueva del Diablo, Morelos; Cueva de San Lorenzo, Puebla; Grutas de Tziranda, Michoacán.	López (2010).
	<i>Agave aplanata</i>	Cueva del Diablo, Morelos; Cueva de San Lorenzo, Puebla; Grutas de Tziranda, Michoacán.	López (2010).
	<i>Agave angustiarum/A. penducilifera</i>	Cueva del Diablo, Morelos; Cueva de San Lorenzo, Puebla; Grutas de Tziranda, Michoacán.	López (2010).
	<i>Agave asperrima</i>	Cueva del Diablo, Morelos.	López (2010).
	<i>Agave atrovirens</i>	Cueva del Diablo, Morelos.	López (2010).
	<i>Agave chisosensis</i>	México	Gardner (1977)
	<i>Agave cupreata</i>	Grutas de Tziranda, Michoacán.	López (2010).
	<i>Agave dasylirioides</i>	Cueva del Diablo, Morelos.	López (2010), Sánchez (2004) y Sánchez y Medellín (2007).
	<i>Agave difformis</i>	Barranca de Metztitlán, Hidalgo.	Trejo (2007) y Trejo et al. (2015).
	<i>Agave ellemeettiana</i>	Grutas de Tziranda, Michoacán.	López (2010).
	<i>Agave filifera</i>	Cueva del Diablo, Morelos.	López (2010).
	<i>Agave garciae-mendozae</i>	Barranca de Metztitlán, Hidalgo.	Trejo (2007) y Trejo et al. (2015).
	<i>Agave havardiana</i>	Big Bend National Park.	Kuban (1989)
	<i>Agave hookeri</i>	Grutas de Tziranda, Michoacán.	López (2010).
	<i>Agave horrida</i>	Cueva del Diablo, Morelos; Cueva de San Lorenzo, Puebla; Grutas de Tziranda, Michoacán.	López (2010), Sánchez (2004) y Sánchez y Medellín (2007).
	<i>Agave inaequidens</i>	Cueva del Diablo, Morelos.	López (2010), Sánchez (2004) y Sánchez y Medellín (2007).
	<i>Agave lechuguilla</i>	Big Bend National Park	Easterla (1972)

	<i>Agave mapisaga</i>	Cueva del Diablo, Morelos; Cueva de San Lorenzo, Puebla.	López (2010).
	<i>Agave marmorata</i>	Valle de Tehuacán-Cuicatlán Puebla y Oaxaca.	Rojas-Martínez (1996)
	<i>Agave neomexicana</i>	Big Bend National Park	Easterla (1972)
	<i>Agave oscura</i>	Cueva de San Lorenzo, Puebla.	López (2010).
	<i>Agave palmeri</i>	Arizona	Dobat y Peikert-Holle (1985)
	<i>Agave parryi</i>	Arizona	Dobat y Peikert-Holle (1985)
	<i>Agave potatorum</i>	Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla y Oaxaca.	Rojas-Martínez (1996)
	<i>Agave salmiana</i>	Cueva del Diablo, Morelos; Cueva de San Lorenzo, Puebla; Grutas de Tziranda, Michoacán.	López (2010), Sánchez (2004) y Sánchez y Medellín (2007).
	<i>Agave scabra</i>	Big Bens National Park	Easterla (1972)
	<i>Agave scaposa</i>	Cueva de San Lorenzo, Puebla.	López (2010).
	<i>Agave schidigera</i>	Grutas de Tziranda, Michoacán.	López (2010).
	<i>Agave schotii</i>	Arizona	Cockrum y Hayward (1962)
	<i>Agave striata</i>	Barranca de Metztitlán, Hidalgo.	Trejo (2007) y Trejo et al. (2015).
	<i>Agave tequilana</i>	Grutas de Tziranda, Michoacán.	López (2010).
	<i>Agave titanota</i>	Cueva de San Lorenzo, Puebla.	López (2010).
	<i>Manfreda brachystachya</i>	-	Cockrum y Hayward (1962)
<b>Musaceae</b>	<i>Musa spp.</i>	México	Dobat y Peikert-Holle (1985)
<b>Fabaceae</b>	<i>Bauhinia unguolata</i>	Cueva del Diablo, Morelos.	López (2010), Sánchez (2004) y Sánchez y Medellín (2007).
	<i>Calliandra houstoniana</i>	Cueva del Diablo, Morelos.	López (2010), Sánchez (2004) y Sánchez y Medellín (2007).

<b>Malvaceae</b>	<i>Anoda spp.</i>	México	Álvarez y González (1970)
	<i>Bombax spp.</i>	-	Álvarez y González (1970)
	<i>Ceiba acuminata</i>	México	Dobat y Peikert-Holle (1985)
	<i>Ceiba aesculifolia/ Ceiba spp</i>	Cueva del Diablo, Morelos; Cueva de San Lorenzo, Puebla; Grutas de Tziranda, Michoacán.	López (2010), Sánchez (2004) y Sánchez y Medellín (2007).
	<i>Ceiba parviflora</i>	Valle de Tehuacán, Puebla.	Rojas-Martínez (1996)
	<i>Ceiba pentandra</i>	México	Dobat y Peikert-Holle (1985)
	<i>Malvaviscus acerifolius</i>	México	Álvarez y González (1970)
	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Cueva del Diablo, Morelos.	López (2010), Sánchez (2004) y Sánchez y Medellín (2007).
<b>Cactaceae</b>	<i>Carnegieia gigantea</i>	México y Estados Unidos	Dobat y Peikert-Holle (1985)
	<i>Cephalocereus chrysacanthus</i>	Valle de Tehuacán-Cuicatlán Puebla y Oaxaca.	Rojas-Martínez (1996)
	<i>Hylocereus undatus</i>	Valle de Tehuacán-Cuicatlán Puebla y Oaxaca.	Rojas-Martínez (1996)
	<i>Mitrocereus fulviceps</i>	Valle de Tehuacán-Cuicatlán Puebla y Oaxaca.	Rojas-Martínez (1996)
	<i>Myrtillocactus spp.</i>	México	Álvarez y González (1970)
	<i>Neobuxbaumia macrocephala</i>	Zapotitlán de las Salinas, Tehuacán, Puebla.	Valiente-Banuet et al. (1997)
	<i>Stenocereus beneckeii</i>	Cueva del Diablo, Morelos; Cueva de San Lorenzo, Puebla.	López (2010), Sánchez (2004) y Sánchez y Medellín (2007).

<b>Convolvulaceae</b>	<i>Ipomea arborescens</i>	Cueva del Diablo, Morelos	López (2010), Sánchez (2004) y Sánchez y Medellín (2007).
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Crescentia alata</i>	México	Dobat y Peikert- Holle (1985)
	<i>Crescentia cujete</i>	México	Dobat y Peikert- Holle (1985)
	<i>Ipomea murucoides</i>	Cueva del Diablo, Morelos; Grutas de Tziranda, Michoacán.	López (2010) y Galicia-Salinas (2013).
	<i>Ipomea intrapilosa</i>	Grutas de Tziranda, Michoacán.	López (2010).
<b>Lamiaceae (Labiatae)</b>	-	México	Álvarez y González (1970)

muestra el listado de las especies de plantas consumidas por *L. yerbabuena* en México. Además de néctar y polen, muchas de estas plantas también han sido registradas dentro de la dieta de la especie por el consumo de frutos (Quiroz et al., 1986; Rojas, 1996; Rojas-Martínez et al., 2012).

#### Compensación de azúcares y preferencias alimenticias.

Los principales recursos que los murciélagos glossophaginos como *L. nivalis* y *L. yerbabuena* obtienen de las flores son el néctar y polen. La composición de azúcares en el néctar y la calidad de este depende de varios factores como la época de floración, el estado de la floración, la hora de la noche, la estructura floral nectaria y los factores ambientales, tales como temperatura y humedad (Davis et al., 1998; Pleasants, 1983; Torres y Galetto, 1998; Vezza et al., 2006).

Los animales tienden a incrementar el consumo de alimento cuando la calidad de este disminuye, tratando de mantener un consumo constante de energía (Castle y Wunder, 1995). Un organismo presenta alimentación compensatoria cuando logra mantener el consumo de energía constante ante cambios en la calidad de su alimento. Pero, independientemente de sus necesidades energéticas, no todos los organismos pueden realizar esta compensación, pues algunos presentan limitaciones fisiológicas que les impiden mantener un consumo constante de energía cuando la calidad de alimento cambia (Castle y Wunder, 1995).

*Leptonycteris yerbabuena* es capaz de incrementar su ingesta de alimento cuando la concentración de azúcares decrece, pudiendo consumir néctares de baja concentración en proporciones de entre 1-3.5 veces su peso (Ayala-Berdon y Schondube, 2011; Ayala-Berdon et al., 2008; Horner et al., 1998). Sin embargo, no presenta una alimentación compensatoria, de modo que no es capaz de obtener suficiente energía al ingerir néctares a distintas concentraciones, prefiriendo siempre los de mayor concentración (Ayala-Berdon y Schondube, 2011; Ayala-Berdon, 2008; Rodríguez-Peña et al., 2007).

*Leptonycteris nivalis* también es capaz de incrementar su ingesta de alimento ante bajas concentraciones de azúcar en el néctar y viceversa. No obstante, a diferencia de *L. yerbabuena*, *L. nivalis* llega a consumir hasta cinco veces su peso corporal cuando se alimenta de néctares diluidos, pasando de consumir sólo 18.5 gr de soluciones altamente concentradas a 119 gr cuando su alimento presenta una muy baja concentración de azúcares. Su alimentación es considerada como compensatoria, por lo que los cambios en el volumen ingerido le permiten a la especie obtener siempre la misma cantidad de energía sin importar la concentración de las soluciones de las que se alimente. Además, tiene la misma ganancia de peso independientemente de la concentración de néctar ingerido (Ayala-Berdon et al., 2013).

Cuadro 2. Listado de especies de plantas (basando en una revisión bibliográfica) presentes en la dieta de *Leptonycteris yerbabuena* reportadas hasta el momento.

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Localidad(es)</b>	<b>Fuente(s)</b>
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona cherimola</i>	Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz y colaboradores (1986)
<b>Agavaceae</b>	<i>Agave angustifolia</i>	Noreste de México.	Molina-Freaner y Eguiarte (2003)
	<i>Agave marmorata</i>	Valle de Tehuacán, Puebla.	Rojas-Martínez (1996)
	<i>Agave potatorum</i>	Valle de Tehuacán, Puebla.	Rojas-Martínez (1996)
	<i>Agave sp.</i>	Cueva de los Laguitos, Tuxtla Guitierrez, Chiapas; Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz y colaboradores (1986) y Riechers y colaboradores (2003)
<b>Fabaceae</b>	<i>Bahuinia pauletia</i>	Isla de Don Panchito, Chamela, Jalisco; Cueva de los Laguitos, Tuxtla Guitierrez, Chiapas	O. Salazar y R. Fernández (2001); Riechers-Pérez et al. (2003)
	<i>Bahuinia sp.</i>	Cueva de los Laguitos, Tuxtla Guitierrez, Chiapas	Riechers-Pérez et al. (2003)
	<i>Bahuinia unguolata</i>	Cueva de los Laguitos, Tuxtla Guitierrez, Chiapas; Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986) y Riechers et al. (2003)
	<i>Calliandra houstoniana</i>	Cueva de los Laguitos, Tuxtla Guitierrez, Chiapas; Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986) y Riechers et al. (2003)
	<i>Cassia occidentalis</i>	Cueva del Salitre, Ticumán, Morelos.	Villalpando (2006)
	<i>Cassia sp.</i>	Cueva de los Laguitos, Tuxtla Guitierrez, Chiapas; Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986) y Riechers et al. (2003)
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986)
	<i>Erythrina sp.</i>	Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986)
	<i>Mucuna sp.</i>	Cueva del Salitre, Ticumán, Morelos.	Villalpando (2006)
<b>Curcubitaceae</b>	<i>Lagenaria sp.</i>	Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986)



<b>Anacardiaceae</b>	<i>Mangifera indica</i>	Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986)
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera sp.</i>	Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986)
<b>Malvaceae</b>	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Isla de Don Panchito, Chamela, Jalisco; Noreste de México; Cueva de los Laguitos, Tuxtla Guitierrez, Chiapas.	Molina-Freaner y Eguiarte (2003), Riechers-Pérez et al. (2003) y Salazar y Fernández (2001)
	<i>Ceiba grandiflora</i>	Isla de Don Panchito, Chamela, Jalisco.	Salazar y Fernández (2001)
	<i>Ceiba parviflora</i>	Valle de Tehuacán, Puebla.	Rojas-Martínez (1996)
	<i>Ceiba pentandra</i>	Isla de Don Panchito, Chamela, Jalisco; Cueva de los Laguitos, Tuxtla Guitierrez, Chiapas	Riechers-Pérez et al. (2003) y Salazar y Fernández (2001)
	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986)
	<i>Hibiscus sp.</i>	Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986)
	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero; Isla de Don Panchito, Chamela, Jalisco; Cueva de los Laguitos, Tuxtla Guitierrez, Chiapas; Cueva del Salitre, Ticumán, Morelos.	Quiroz et al. (1986), Riechers-Pérez et al. (2003), Salazar y Fernández (2001) y Villalpando (2006)
<b>Cactaceae</b>	<i>Acanthocereus subinermis</i>	Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez et al. (2012)
	<i>Cephalocereus chrysacanthus</i>	Valle de Tehuacán, Puebla.	Rojas-Martínez (1996)
	<i>Cephalocereus columna-trajani</i>	Valle de Tehuacán, Puebla; Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez (1996) y Rojas-Martínez et al. (2012)
	<i>Escontria chiotilla</i>	Valle de Tehuacán, Puebla; Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez (1996) y Rojas-Martínez et al. (2012)
	<i>Hylocereus undatus</i>	Valle de Tehuacán, Puebla; Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez (1996) y Rojas-Martínez et al. (2012)
	<i>Isolacereus durmotieri</i>	Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez et al. (2012)
	<i>Mitrocereus fulviceps</i>	Valle de Tehuacán, Puebla.	Rojas-Martínez (1996)

<i>Neobuxbaumia macrocephala</i>	Valle de Tehuacán, Puebla; Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez (1996) y Rojas-Martínez et al. (2012)
<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	Valle de Tehuacán, Puebla; Cueva del Salitre, Ticumán, Morelos; Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez (1996), Rojas-Martínez y colaboradores (2012) y Villalpando (2006)
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	Valle de Tehuacán, Puebla; Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez (1996) y Rojas-Martínez et al. (2012)
<i>Pachycereus fulviceps</i>	Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez et al. (2012)
<i>Pachycereus hollianus</i>	Valle de Tehuacán, Puebla.	Rojas-Martínez (1996) y Rojas-Martínez et al. (2012)
<i>Pachycereus weberi</i>	Valle de Tehuacán, Puebla.	Rojas-Martínez (1996)
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez et al. (2012)
<i>Polaskia chende</i>	Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez et al. (2012)
<i>Polaskia chichipe</i>	Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez et al. (2012)
<i>Stenocereus chrysocarpus</i>	Isla de Don Panchito, Chamela, Jalisco.	Salazar y Fernández (2001)
<i>Stenocereus griseus</i>	Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez et al. (2012)
<i>Stenocereus marginatus</i>	Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez et al. (2012)
<i>Stenocereus pruinosus</i>	Valle de Tehuacán, Puebla; Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez (1996) y Rojas-Martínez et al. (2012)

	<i>Stenocereus stellatus</i>	Valle de Tehuacán, Puebla; Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez (1996) y Rojas-Martínez et al. (2012)
	<i>Stenocereus treleasei</i>	Cueva del Obispo, Valle de Tehuacán, Oaxaca.	Rojas-Martínez et al. (2012)
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Ipomoea arborescens</i>	Cueva del Salitre, Ticumán, Morelos.	Villalpando (2006)
	<i>Ipomoea murucoides</i>	Cueva del Salitre, Ticumán, Morelos.	Villalpando (2006)
	<i>Ipomoea sp.</i>	Cueva de los Laguitos, Tuxtla Guitierrez, Chiapas; Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986) y Riechers et al. (2003)
	<i>Operculina ornithopoda</i>	Cueva del Salitre, Ticumán, Morelos.	Villalpando (2006)
	<i>Operculina sp.</i>	Cueva de los Laguitos, Tuxtla Guitierrez, Chiapas; Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986) y Riechers et al. (2003)
<b>Apocynaceae</b>	<i>Thevetia ovata</i>	Cueva del Salitre, Ticumán, Morelos.	Villalpando (2006)
<b>Acanthaceae</b>	<i>Ruellia geminiflora</i>	Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986)
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Crescentia alata</i>	Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986)
	<i>Parmentiera edulis</i>	Valle de Tehuacán, Puebla.	Rojas-Martínez (1996)
<b>Boraginaceae</b>	<i>Cordia alliodora</i>	Cueva del Salitre, Ticumán, Morelos.	Villalpando (2006)
	<i>Cordia dodecandra</i>	Cueva del Salitre, Ticumán, Morelos.	Villalpando (2006)
<b>Asteraceae</b>	<i>Sclerocarpus divaricatus</i>	Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero.	Quiroz et al. (1986)

### Sitios de forrajeo y disponibilidad de recursos en el centro de México.

Uno de los principales puntos a abordar dentro de los planes de recuperación de ambas especies de *Leptonycteris* es la identificación y estudio de su hábitat de forrajeo (USFWS, 1994a; USFWS, 1994b). Pese a la importancia para la conservación que representa conocer los sitios en los que estas especies forrajean, así como los recursos disponibles en ellos, son escasos los trabajos que se han realizado sobre el tema en el centro de México. El primero fue el realizado por Quiroz et al (1986) en las Grutas de Juxtlahuaca, Colotlipa, Guerrero, donde se llevaron a cabo colectas de plantas que pudieran representar un recurso alimenticio para *L.yerbabuena* en las zonas aledañas a las grutas. Entre las plantas identificadas se encuentran los géneros *Agave*, *Bahuinia*, *Bombax*, *Calliandra*, *Ipomoea* y *Operculina*, los cuales fueron identificados también en la dieta de *L.yerbabuena* (Quiroz et al., 1986).

Un segundo estudio fue realizado por Rojas-Martínez (1996) en Puebla y Oaxaca, donde determino, mediante la captura de murciélagos en forrajeo, que el Jardín Botánico de Zapotitlán de las Salinas, San Juan Raya, San Antonio Texcala, San Rafael y Río Salado, en el estado de Puebla; y Santa Catarina Chinango y San Pablo Tequistepec en el estado de Oaxaca son sitios de forrajeo de gran importancia para ambas especies de *Leptonycteris*. Dentro de estos sitios *Agave marmorata*, *A. potatorum*, *A. karwinskii*, *Ceiba pallida*, *C. parviflora*, *Cephalocereus chrysacanthus*, *C. columna-trajani*, *Cordia curassavica*, *Hylocereus undatus*, *Ipomoea arborescens*, *Mitrocereus fulviceps*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Neobuxbaumia macrocephala*, *N. mezcalaensis*, *N. tetetzo*, *Pachycereus hollianus*, *P. weberi*, *Parmentiera edulis*, *Stenocereus dumortieri*, *S. pruinusus* y *S. stellatus* se encuentran en floración en distintas temporadas.

Finalmente tenemos un tercer trabajo realizado en la Isla de Don Panchito, Chamela, Jalisco. En este sitio el pico de abundancia de individuos y el pico de abundancia de recursos alimenticios coinciden entre octubre y enero, y entre junio-julio. A lo largo de toda la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala y la Isla de Don Panchito las especies de plantas disponibles para *L. yerbabuena* son *Acanthocereus occidentalis*, *Agave angustifolia*, *A. colimana*, *Bahuinia unguolata*, *B. pauletia*, *Calliandra formosa*, *Ceiba aesculifolia*, *C. grandiflora*, *C. pentandra*, *Cephalocereus purpusii*, *Crescentia alata*, *Cucurbita argirosperma*, *Ipomoea ampullacea*, *Inga vera*, *Pachycereus pecten-aboriginum*, *Pseudobombax ellipticum* y *Stenocereus standleyi* (Stoner et al., 2003).

Existen otros trabajos que, mediante el análisis de la biología floral de algunas especies de agaves o cactus columnares, han determinado la presencia de individuos ambas especies de *Leptonycteris* forrajeando en los mismos sitios (Arias-Cóyotl, et al., 2006; Trejo, 2007; Trejo-Salazar et al., 2015; Valiente-Banuet et al., 1997). Con base en estos estudios San Juan Raya ha sido corroborado como sitio de forrajeo, donde *Leptonycteris* es principal polinizador de los cactus columnares *Neobuxbaumia mezcalaensis* y *N. macrocephala* entre marzo y mayo (Valiente-Banuet et al., 1997), y en Zapotitlán de las Salinas de *A. macroacantha* entre abril y octubre (Arizaga et al., 2000). En el Valle de Tehuacán el poblado de Chinango se identificó como un sitio donde *Leptonycteris* funge un papel como principal polinizador de *S. stellatus* (Arias-Cóyotl et al., 2006). Un caso similar ocurre en las localidades de San Bernardo, El Durazno, El Pirul y San Lucas ubicadas en la Barranca de Metztitlán, las cuales han sido señaladas como zonas con abundante disponibilidad de *A. difformis*, *A. garciae-mendozae* y *A. striata* de los cuales *Leptonycteris* funge como polinizador principal (Trejo, 2007; Trejo-Salazar et al., 2015).

### Segregación entre *Leptonycteris nivalis* y *Leptonycteris yerbabuena*

*Leptonycteris yerbabuena* y *L. nivalis* comparten la mayor parte de su distribución y son morfológica y ecológicamente similares, por lo anterior Baker y Cockrum (1966) argumentan que entre ellas debe de existir algún tipo de segregación, proponiendo una segregación de tipo espacial. Este supuesto fue corroborado por Arita (1991), quien, con base en la medición de distintas variables como tipo de vegetación, temperatura media anual y altitud en localidades de ambas especies ubicadas a lo largo de todo México, determinó que entre estas existe una segregación de tipo altitudinal. *L. nivalis* se encuentra en altitudes que van de los 1000 a los 2200 m, pudiendo llegar incluso hasta los 3780 m en sitios con una temperatura media anual de 20° C, mientras que *L. yerbabuena* se ubica en zonas que van de los 0 m a menos de 1800 m con temperaturas medias anuales de 25° C. Esta segregación es parcialmente incompleta, pues hay un solapamiento en altitudes intermedias ocupadas por ambas especies. En la zona centro de México este solapamiento ocurre en una mayor escala (Arias-Cóyotl, et al., 2006; Arita, 1991; Arita y Humphrey, 1988; Trejo, 2007; Trejo-Salazar et al., 2015; Valiente-Banuet et al., 1997). En esta zona Téllez (2001) ha hipotetizado que cuando *L. nivalis* y *L. yerbabuena* hacen uso del mismo hábitat en la Cuenca del Balsas en los meses de otoño-invierno, existe una división de los recursos alimenticios que usan. *Leptonycteris nivalis* consume más recursos tipo CAM, mientras que *L. yerbabuena* consume más tipo C<sub>3</sub>, generándose así una segregación alimentaria. Sin embargo, existen varios estudios que reportan a estos murciélagos haciendo uso de las mismas especies de plantas (Arias-Cóyotl, et al., 2006; Arita, 1991; Arita y Humphrey, 1988; Trejo, 2007; Trejo-Salazar et al., 2015; Valiente-Banuet et al., 1997). Sumado a esto en la Cuenca del Balsas durante el otoño se reportan una gran disponibilidad de recursos tanto de plantas CAM (Gentry, 1982) como de plantas C<sub>3</sub> (Salazar y Fernández, 2001).

Las investigaciones acerca de los mecanismos que actúan cuando *L. nivalis* y *L. yerbabuena* encuentran sobrelapada su distribución son muy pocas. Por esta razón, generar información sobre estos temas es de gran importancia para entender el uso de los recursos por parte de estos quirópteros, y de este modo definir qué mecanismos son los que les permiten coexistir en zonas donde no existe una segregación espacial. En el supuesto de que ese mecanismo sea la segregación alimenticia es necesario realizar estudios más específicos, ya que la información existente respecto a esto aún es bastante incipiente. Por otro lado, determinar qué recursos están disponibles para las dos especies de *Leptonycteris* cuando se encuentran en una misma zona al mismo tiempo puede ser un factor clave para comprender la existencia o no de la competencia entre estos organismos. Definir dónde se ubican estos recursos contribuye enormemente a la conservación de *Leptonycteris*, ya que responde a uno de los puntos clave de los planes de recuperación de ambas especies, al precisar la ubicación de potenciales sitios de forrajeo (USFWS, 1994a; USFWS, 1994b).

## OBJETIVOS

### Objetivo general.

- Determinar diferencias y similitudes en el uso de los recursos alimenticios por parte de *Leptonycteris nivalis* y *Leptonycteris yerbabuena* cuando encuentran sobrelapada su distribución.

### Objetivos particulares.

1. Documentar la composición y diversidad de la dieta de *Leptonycteris nivalis* y *Leptonycteris yerbabuena* cuando sobrelapan su distribución.
2. Definir si existe algún grado de sobrelapamiento en la dieta y actividad en forrajeo de ambas especies de *Leptonycteris* cuando se encuentran coexistiendo.
3. Determinar la disponibilidad de recursos para *Leptonycteris nivalis* y *Leptonycteris yerbabuena* cuando sobrelapan sus distribuciones.



## HIPÓTESIS

Hipótesis particulares.

Hipótesis 1. *Leptonycteris nivalis* y *Leptonycteris yerbabuena* presentan hábitos alimenticios similares, por lo que tienden a alimentarse de los mismos grupos de plantas.

Predicción 1. En zonas donde *Leptonycteris nivalis* y *Leptonycteris yerbabuena* se encuentran coexistiendo, la composición de especies en sus dietas será bastante similar.

Hipótesis 2. Una mayor disponibilidad de recursos favorece el solapamiento de dieta y actividad en forrajeo entre *Leptonycteris nivalis* y *Leptonycteris yerbabuena*.

Predicción 2: En zonas donde la disponibilidad de recursos sea alta existirá un alto grado de solapamiento de dieta y actividad en forrajeo entre *Leptonycteris nivalis* y *Leptonycteris yerbabuena*.

## ÁREA DE ESTUDIO.

Se eligieron la Cuenca del Río Balsas y la Reserva de la Biosfera de la Barranca de Metztitlán como sitios de estudio, ambos ubicados en la zona centro de México. En estas áreas se llevaron a cabo los muestreos de dieta y disponibilidad de recursos.

### Cuenca del Balsas.

La Cuenca o Depresión del Río Balsas (CB) se intercala entre el Eje Volcánico Transversal, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Mixteca (Fernández et al., 1998). Tiene una superficie aproximada de 800 km de largo, por entre 150 y 200 km de ancho y 112,320 km<sup>2</sup> de área total (Aguilar, 1988; Inman y Nordstrom, 1971), con altitudes que van de los 100 msnm a los 5452 msnm (Vidal, 2005). Dentro de ella se encuentra una porción de los estados de Guerrero (63%), Jalisco (4%), México (36%), Michoacán (62%), Oaxaca (9%), Puebla (55%), Tlaxcala (75%) y la totalidad del estado de Morelos (100%) (Rzedowski, 2006; Toledo, 2003). Esta cuenca tiene un origen volcánico y surge de un gran geosinclinal, siendo probablemente una prolongación de la gran Depresión del Golfo de California (Tamayo, 1949). La CB es una enorme franja de rocas volcánicas de diversos tipos y estructuras, con derrames lávicos, tobas, brechas y cenizas volcánicas emitidas durante el Cenozoico, y que actualmente forman un extenso y grueso paquete superpuesto en las rocas del Mesozoico (Fernández et al., 1998).

En esta depresión existen una gran diversidad de climas que van desde el semiseco con invierno y primavera secos o el cálido sin estación invernal, hasta los climas fríos y húmedos en las faldas de la Sierra Nevada (Fernández et al., 1998). Como consecuencia en la CB se establecen diferentes condiciones ecológicas que dan lugar a distintos tipos de vegetación (Fernández et al., 1998). Según Rzedowski (2006) en la región se reconocen el Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de Pino, Bosque de Encino, Matorral Xerófilo,

Bosque Espinoso, Bosque Tropical Subcaducifolio y Bosque Tropical Caducifolio, siendo este último el tipo de vegetación dominante.

El Bosque Tropical Caducifolio es particularmente característico de la vertiente del Pacífico (Rzedowski, 2006). En el Balsas, este comprende las zonas que van de los 0 a los 1600 msnm, con una temperatura media anual de entre 20 y 31°C y una precipitación media anual entre los 600 y los 1200 mm (Fernández et al., 1998). Este tipo de bosque se compone comúnmente por un solo estrato arbóreo, conformado a partir de elementos que presentan una corta estatura, aunque en ocasiones pueden existir dos. La característica más sobresaliente de este tipo de vegetación es la pérdida de sus hojas durante un periodo de 5 a 8 meses, entre diciembre y junio, el cual coincide con el periodo de sequía (Fernández et al., 1998; Rzedowski, 2006). Hacia mediados o finales de la sequía se puede observar la presencia de flores en la mayoría de los elementos que componen este tipo de bosque, principalmente especies leñosas, por lo que no poseen hojas y flores al mismo tiempo (Rzedowski, 2006).

El bosque tropical caducifolio más extendido en la CB es el de tipo “Cuajitotal” (Rzedowski, 2006). Las especies más sobresalientes en este tipo de bosque son las pertenecientes al género *Bursera*, conocidos comúnmente como cuajotes, así como *Pseudosmodingium perniciosum*, *Lysiloma mocrphylla*, *Ceiba parviflora* e *Ipomoea spp.* Las cactáceas columnares también son grandes representantes dentro de este tipo de vegetación, encontrándose los géneros *Leimaireocereus*, *Neobuxbaumia*, *Pachycereus* y *Cephalocereus* como los más importantes (Fernández et al., 1998; Rzedowski, 2006).

### *Cueva del Diablo.*

Se localiza a la altura del kilómetro 8 en la carretera federal Tepoztlán-Santo Domingo Ocotitlán, en el municipio de Tepoztlán, estado de Morelos (Hoffmann et al., 1986; Téllez, 2001). La entrada principal se ubica en  $99^{\circ} 03' 38''$  N  $18^{\circ} 59' 47''$  O, a una altitud aproximada de 1960 msnm (Galicia-Salinas, 2013; López, 2010). Se han identificado 28 pasillos en esta cueva, con una profundidad máxima de 110 m con respecto a la entrada. Dentro de ella *L. nivalis* se localiza mayormente en la cámara K, que presenta una altura de 11 m (Hoffmann et al., 1983). Además, un pequeño grupo, de aproximadamente 500 individuos, se aloja de forma indistinta durante el año en el túnel 3 (obs. pers.). Otras especies de murciélagos registradas en el sitio son *Desmodus rotundus*, *Pteronotus parnelli* y *Anoura geoffroyi* (obs. pers.; Medellín, 2002). Por su complejidad y profundidad esta cueva es una importante atracción turística de la región, visitada por espeleólogos, pero además por locales, quienes la utilizan como lugar de rituales y ofrendas. Por ello es común encontrar en el sitio pintas y basura, así como veladoras e incluso estatuillas como parte de dichas ofrendas (obs. pers.; López, 2010; Téllez, 2001). En las zonas aledañas a la cueva predominan las plantas  $C_3$  (sobre todo pertenecientes al género *Ipomoea*), aunque también pueden encontrarse algunas especies del género *Quercus* que se vuelven dominantes conforme la altura aumenta (García, 1983; Rzedowski, 2006).

### *Cueva del Salitre*

La cueva del salitre se encuentra en la Reserva Estatal Sierra Monte Negro, en el municipio de Yautepec, Morelos. Para llegar al sitio se tiene que acceder por la carretera Yautepec-Jojutla, a la altura del poblado de Ticumán, 4 km al noroeste de la ex hacienda de Xochimancas. La entrada principal de la cueva esta en  $18^{\circ} 47' 22.92''$  N  $99^{\circ} 9' 12.24''$  O, a una altitud aproximada de 1651 msnm. El interior se conforma por tres cámaras que varían en tamaño y forma, teniendo la principal 40 X 10 metros (Villalpando, 2006). La cámara

ocupada por *L. yerbabuena*, y por todas las especies de murciélagos que habitan el sitio, se deriva de la principal a partir de una oquedad con una profundidad de unos 10 metros y una entrada amplia de aproximadamente 3 m de ancho por 2 m de altura (Villalpando, 2006). El sitio no es muy visitado por turistas, no obstante, la gente local realiza una importante explotación de guano. La selva baja caducifolia que se encuentra alrededor de esta cueva se compone principalmente de *Ceiba pentandra*, *C. aesculifolia*, *Bursera farougoides*, *B. microphylla*, *B. copallifera*, *Ipomoea wolcottiana*, *I. murucoides*, *Acacia cochliacantha*, *Thevetia peruviana*, *Cordia pennatula*, *Crescentia cujete*, *Plumeria spp.*, *Opuntia sp.* y *Pachycereus weberi* (Sánchez-Casas, 2004). Además, según Rzedowski (2006) la Reserva Estatal Las Estacas, que se encuentra a menos de 7 kilómetros de la cueva, también presenta un gran fragmento de selva baja caducifolia, donde *Neobuxbaumia mezcalaensis*, *Bursera spp.*, *Comocladia engleriana*, *Ceiba aesculifolia*, *Haematoxylon brasiletto*, *Lippia graveolens*, *Lysiloma tergemina* y *Euphorbia schlechtendalii* son elementos dominantes.

#### Barranca de Metztitlán.

La Reserva de la Biosfera de la Barranca de Metztitlán (RBBM) se localiza en el estado de Hidalgo y posee una superficie total de 96043 ha, comprendiendo cerca 4.6% de la superficie total del estado. Abarca los municipios de Acatlán, Atotonilco El Grande, Eloxochitlán, Huasca de Ocampo, Metepec, Metztitlán, San Agustín Metzquititlán y Zacualtipán de Ángeles (CONANP, 2003). Durante el mesozoico la RBBM estuvo bajo el mar, por lo que en la zona existe una gran presencia de rocas calizas sedimentarias con fósiles marinos (Sánchez Mejorada, 1978).

La RBBM se intercala entre la Sierra Madre Oriental, el Eje Volcánico Transversal y el Altiplano Mexicano. Presenta una topografía accidentada, con cadenas montañosas, lomeríos, llanuras, valles, mesetas y cañones, siendo en general un territorio elevado, con una altitud que varía entre los 1000 y los 2300 msnm, un clima semicálido como predominante, y una temperatura media anual que varía entre los 18°C y los 22°C (CONANP, 2003; García, 1973). La parte norte se extiende sobre las vertientes del Río Almolón y escorrentías de la laguna de Metztlán, mientras que la zona sur limita con el Río Grande Tulancingo y con los poblados de Tlaxocoyucan, Aguacatitla y Santa María Regla, y al oeste colinda con el río Amajac (CONANP, 2003). Su ubicación geográfica y características geológicas permiten la presencia de distintos tipos de vegetación entre los que se identifican el bosque de pino-encino, el bosque tropical caducifolio, el matorral submontano y el matorral xerófilo, siendo este el último el que ocupa mayor superficie dentro de la reserva (Rzedowski, 1983; Vázquez y Roldan, 2010).

En la RBBM el matorral xerófilo ocupa cerca del 60% del total de la región (Vázquez y Roldan, 2010) y se caracteriza por la dominancia de las cactáceas columnares, tales como *Stenocereus dumortieri*, *Cephalocereus senilis*, *Neobuxbaumia polylopha*, *Stenocereus marginatus* y *Myrtillocactus geometrizans*. Otras especies presentes en gran cantidad en la zona son *Yucca filifera*, *Prosopis laevigata*, *Plumeria rubra*, *Karwinskia humboldtiana*, *Celtis pallida*, *Senna pringlei*, *Bursera schaffneri* y *Acacia subangulata*. Además, sobre las laderas escarpadas se pueden observar grandes agregaciones de distintas especies de agave, tales como *Agave celsii*, *A. filifera*, *A. grandidentata*, *A. hidalguensis*, *A. kerchovei*, *A. lechuguilla*, *A. macroacantha* y *A. xylonacantha* entre otras (CONANP, 2003).

#### *Túneles de Aguacatitla.*

Se localizan dentro del parque ecoturístico Alejandra, en la barranca de Aguacatitla, 2.3 km al noroeste de la comunidad de San Miguel Regla, en el poblado de Huasca de Ocampo (20° 15' 1.325" N 98° 33' 7.518" O) (Ramos-Frías, 2013). Los túneles fueron construidos como parte de las instalaciones de la CFE (Comisión Federal de Electricidad) para conducir agua a través de un túnel que alimentaba una planta hidroeléctrica, la cual desde hace varios años se encuentra en desuso. La colonia de *L. nivalis* que habita el sitio se localiza en uno de estos túneles de aproximadamente 100 m de largo (Rojas-Martínez com. pers.). Otras especies de murciélagos registradas en el sitio son *Artibeus toltecus* y *Pteronotus parnelli*. Aquí se refugian hembras de estas tres especies y conforman un refugio de maternidad (Rojas-Martínez com. pers.; obs. pers.). Los túneles, al formar parte de un parque turístico son constantemente visitados, no obstante los encargados del lugar, auxiliados y aconsejados por el Doctor Alberto Rojas Martínez, tienen una amplia sensibilidad de la importancia ecológica de los murciélagos, principalmente de *L. nivalis*, por lo que cuando la colonia de esta especie habita el refugio, entre los meses de marzo y agosto, restringen la entrada de los turistas para que no perturben a las madres y sus crías (Rojas-Martínez com. pers.). En las zonas aledañas al sitio la vegetación es mixta, compuesta principalmente por un bosque de galería en la parte más cercana al río. La selva baja caducifolia, selva mediana y matorral xerófilo son otros tipos de vegetación presentes en la zona (Juárez-Castillo, 2006; Ramos-Frías, 2013).

#### *Cueva del Guano.*

Se localiza en el poblado de San Pablo Tetlapayac, al noroeste de la RBBM, en el fondo de una cañada por donde el río Amajac corre de forma permanente (20° 37' 52" N 98° 54' 38" O) (Escorcía, 2008). La cueva cuenta con una sola entrada de forma triangular con aproximadamente 3 m de lado. Esta se compone de un único túnel de 30 m de longitud,

con una inclinación de 45°, descendiendo aproximadamente 15 m respecto al nivel de la entrada principal. La altura del túnel en promedio es de 4 m y ha sido explorada hasta una cámara de 15 m de altura (Escorcía, 2008). Además de *L. yerbabuena*, en el sitio se identificaron *Glossophaga soricina*, *Mormoops megalophylla*, *Pteronotus parnelli* y *P. davyi*. Aunque la población humana se encuentra muy cerca de la cueva, recibe relativamente pocas visitas y en la localidad existe un respeto por parte de los habitantes hacia los murciélagos, por lo que la cueva está muy poco perturbada (obs. pers.). En las zonas aledañas a esta se encuentran tierras de cultivo, huertos frutales y vegetación arbórea de origen tropical. El matorral xerófilo es la vegetación predominante en el cerro donde se ubica la cueva, con *Isolatocereus dumortieri*, *Pachycereus weberi*, *Prosopis laevigata* y *Bursera morelensis* como especies dominantes (Escorcía, 2008; Juárez-Castillo, 2006).



## MÉTODOS.

### Revisión bibliográfica.

Se realizó previamente una revisión bibliográfica en artículos científicos, libros, tesis y bases de datos de colecciones biológicas para conocer los diversos sitios (de forrajeo o cuevas) donde se ha reportado la presencia de *Leptonycteris*. De esta forma se determinó que la Cuenca del Río Balsas y la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán son dos de los principales lugares donde *L. nivalis* y *L. yerbabuena* sobrelapan su distribución. De la lista se escogieron una cueva de *L. nivalis* y una de *L. yerbabuena* en la Cuenca del Balsas en zonas donde se sobrelapa su distribución, para realizar los muestreos de dieta. El mismo procedimiento se realizó en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán.

### Trabajo de campo.

Los muestreos se llevaron a cabo entre 2016 y 2018, y se dividieron en dos periodos, otoño-invierno y primavera-verano. Los muestreos de otoño-invierno se llevaron a cabo en la Cuenca del Río Balsas, pues durante este periodo ambas especies se encuentran aquí. Una vez que esta temporada termina, *L. nivalis* migra y podemos encontrarla compartiendo espacio nuevamente con *L. yerbabuena* en la Reserva de la Biosfera de la Barranca de Metztitlán, donde permanece durante el periodo primavera-verano.

### Captura de ejemplares para muestreos de dieta.

Se llevaron a cabo muestreos mensuales en cada uno de los sitios elegidos, dedicando una noche de muestreo por mes a cada uno de ellos. Durante cada visita se colocaba una red de niebla en la entrada de la cueva (Avinet, EUA) y una vez que todos los quirópteros que se encontraban en el refugio terminaban de salir se abría para capturar a

los individuos a su regreso, después de alimentarse. Durante todo el muestreo, en promedio, las redes se mantuvieron abiertas entre las 00:00 y las 5:00 hrs. A cada individuo capturado se le tomaron muestras de polen utilizando dos técnicas:

- La primera consistió en la obtención del polen presente en el pelo de cara y cuerpo, a partir del uso de gelatina teñida con fucsina, preparada de acuerdo a Dafni et al. (2005) (Galicia-Salinas, 2013; Sánchez y Medellín, 2007). Cada que un individuo caía en la red se sacaba e inmediatamente se le tomaba la muestra, la cual era depositada en tubos de microcentrifuga y almacenada hasta su análisis (Voigt et al., 2009).
- La segunda técnica aplicada fue la toma de muestras de heces (López, 2010; Sánchez y Medellín, 2007). Una vez que la muestra de gelatina era tomada, los individuos se colocaban dentro de sacos de tela de 20X30 cm un tiempo aproximado de una hora para que defecaran. Las fecas eran recogidas del saco y colocadas en bolsas de papel estraza de aproximadamente 6X10 cm, con el fin de que se secaran para evitar el crecimiento de hongos y poder almacenarlas.

Antes de ser liberados a cada uno de los individuos se le tomaron los datos de sexo, edad (con base en la oscificación de las falanges), estado reproductivo (con base en el tamaño de los testículos en machos, y del palpado de vientre y glándulas mamarias en hembras), peso (Pesola light line, 100 gr), antebrazo y falange (SPI Dial Calipers, 150 mm).

#### *Disponibilidad de recursos.*

Siguiendo a Horner et al. (1998) y Sahley (1990) se trazó un área buffer de 50 km de diámetro. Para ello se trazó un punto medio entre las cuevas de cada zona (CB o RBBM),

a partir del cual se trazó el buffer. Dentro de dicho buffer se realizaron recorridos en auto y a pie, buscando los parches de vegetación que pudieran contener recursos alimenticios para los murciélagos (Rojas-Martínez, 1996; Valiente-Banuet et al., 1997). Se elegían los 10 parches con mayor cantidad de recursos disponibles (Rojas-Martínez, 1996) y dentro de ellos se tiraban transectos de 50 m de largo por 10 m de ancho, en los cuales se contaban únicamente a los individuos de las especies que pudieran representar un alimento potencial para *Leptonycteris*. Posteriormente, se realizaba un conteo de cuantos individuos de estas especies estaban en floración y cuantos no (Galicia-Salinas, 2013; López, 2010; Stoner et al., 2003; Valiente-Banuet et al., 1997).

#### *Captura de ejemplares en forrajeo.*

Se colocaron redes de niebla frente a plantas en floración conocidas en la dieta de *L. nivalis* y *L. yerbabuena* con el fin de capturar a los individuos en forrajeo y determinar las horas a las que realizaban visitas a dichas plantas, así como observar si ambas forrajeaban en los mismos sitios al mismo tiempo (Eguiarte et al. 1987; Valiente-Banuet et al., 1997). El criterio de selección fue elegir plantas que lucieran con más flores y más vigorosas (Trejo, 2007). Las redes se abrían desde que comenzaba a oscurecer, entre las 18:00 y 19:00 hrs, y se cerraban hasta el siguiente día al amanecer, entre 5:00 y 6:00 hrs, asegurando de esta forma la mayor captura de ejemplares posible. Siguiendo a Rojas-Martínez (1996) se colocaban entre 3 y 4 redes por noche, de 3, 6 o 9 m, eligiéndolas según el tipo de la planta elegida.

Trabajo en laboratorio.

#### *Montaje de muestras.*

##### *Polen en pelo.*

Las muestras se extrajeron de los tubos de microcentrifuga y se colocaron en un portaobjetos sobre el cual se fundieron, utilizando un encendedor para posteriormente colocar el cubreobjetos (Dafni et al., 2005).

##### *Muestras de heces.*

Estas muestras requieren un proceso más elaborado para la mejor identificación de los granos de polen, el cual incluye el uso de métodos de limpieza. Usualmente con este fin la acetólisis de Erdtman (1966) es la técnica empleada. No obstante, en este trabajo se hizo uso de un nuevo método propuesto por Mercado et al. (2013) el cual presenta como ventaja la ausencia de ácidos fuertes como el ácido sulfúrico o el anhídrido acético, comúnmente utilizados en la acetólisis, evitando con ello el daño o destrucción de algunos granos de polen. En esta técnica el hidróxido de potasio (KOH) juega el papel principal en la extracción del protoplasma sobrante, ya que gran parte de éste es degradado por los ácidos estomacales de los murciélagos. De este modo la exina queda totalmente expuesta y lista para la identificación.

##### *Obtención de datos.*

En ambos tipos de muestras se llevó a cabo la identificación de las especies de polen presentes, el número de especies presentes en la muestra, el número de granos de polen de cada especie y el porcentaje que cada especie representaba en dicha preparación. Para la identificación de especies se tomaron fotografías y datos morfométricos (grosor de los muri y de la exina, tamaño de los muri, características de la exina, tamaño del grano, forma del grano, etc.) de cada una de las morfoespecies identificadas (López, 2010; Quiroz et al., 1986; Sánchez y Medellín, 2007). Para determinar el número de granos por especie

y obtener el porcentaje que cada especie representaba en cada una de las muestras, siguiendo a Quiroz et al. (1986), se contaron todos los granos de polen presentes en cada preparación, identificando a qué especie pertenecía cada uno. Los granos de polen con características de dispersión anemófila, o que presentaron porcentajes muy bajos (menos del 1%), fueron determinados únicamente hasta género.

#### Análisis de datos.

##### *Diversidad alfa.*

Para calcular la diversidad en la dieta de estas dos especies se utilizó el Índice de Shannon-Wiener, que es el que más se ajusta a lo que se buscaba obtener en este trabajo, pues es un índice de equidad que considera las abundancias, y que indica que tan uniformemente están representadas todas las especies. Otros trabajos de solapamiento de dieta como el de Sosa y Soriano (1993) o el de Vleut (2015) también hacen uso de este índice, respaldando así su efectividad en estudios de este tipo.

##### *Diversidad beta.*

##### *Índices de similitud.*

Para calcular la similitud de especies se utilizó un método cuantitativo y uno cualitativo. Este fue el único caso donde se decidió aplicar un análisis tanto para datos de presencia/ausencia como de abundancias, con el fin de llevar a cabo una comparación entre ambos tipos de datos. Se utilizaron los índices de Sorensen y Morisita Horn, ya que ambos son los más utilizados para este tipo de estudios (Sosa y Soriano, 1993; Vleut, 2015).

##### *Pruebas de similitud.*

Para determinar si las diferencias entre las distintas dietas eran significativas se utilizó la prueba U Mann-Whitney, dado que los datos arrojados por nuestro muestreo

fueron no paramétricos y el número de muestras tomadas fue el mismo para todas las dietas comparadas (Villareal et al., 2004).

#### *Curva de acumulación de especies.*

Para cada dieta se realizó una curva de acumulación de especies (*EstimateS 6.0*), con el fin de conocer qué proporción representaron las especies obtenidas con respecto al total de especies esperadas. Se hizo uso del modelo Chao 1, pues es un estimador bastante riguroso, utilizado cuando se tienen datos de abundancia (Villareal et al., 2004).

#### *Sobrelapamiento.*

En este trabajo se hizo uso del Índice de Pianka (1974) para determinar el grado de sobrelapamiento de la dieta. Este índice presenta valores que van de 0 a 1, donde 0 significa que no hay ningún recurso utilizado comúnmente por las especies entre las que se está haciendo la comparación, mientras que 1 indica que hay un traslape completo de todos los recursos utilizados.

## RESULTADOS.

### Dieta.

Del 8 de octubre de 2016 al 17 de febrero de 2017 se visitaron los sitios elegidos en la Cuenca del Río Balsas (CB) y del 12 de mayo al 23 de julio de 2017 los sitios ubicados en la Reserva de la Biosfera de la Barranca de Metztitlán (RBBM). En la Cuadro 3 se muestran el número de individuos muestreados de cada especie por zona, así como el número de muestras analizadas.

Cuadro 3. Individuos muestreados por zona y muestras de polen en pelo y muestras de heces analizadas.

Spp. Localidad	# de individuos muestreados		# de muestras de pelo (gelatina) analizadas		# de muestras de heces analizadas	
	<i>L. nivalis</i>	<i>L. yerbabuena</i>	<i>L. nivalis</i>	<i>L. yerbabuena</i>	<i>L. nivalis</i>	<i>L. yerbabuena</i>
CB	75	75	75	75	150	150
RBBM	45	45	45	45	90	90

### Dieta en la Cuenca del Balsas (CB).

De esta zona se analizaron 150 muestras de polen tomadas del pelo y 300 muestras de heces obtenidas de ambas especies de *Leptonycteris*. En total se identificaron 16 distintas morfoespecies (12 especies) presentes en ambas dietas.

### Cueva del Diablo.

De los 75 individuos capturados, 27 fueron machos con testículos escrotados, capturados en su mayoría en el mes de diciembre, 22 fueron machos inactivos y 26 hembras. Se analizaron 75 muestras de pelo y 150 de heces. En las muestras de pelo se identificaron 13 taxa mientras que en las de heces fueron 14.

En las muestras de pelo se contabilizaron un total de 54,414 granos. Los géneros dominantes fueron *Ipomoea*, que representó el 88.8% de los granos identificados (48,320 granos) y se encontró en el 100% de las muestras, y *Agave*, con un 13.56% de los granos (7,375 granos) y presente en el 95% de las muestras. En particular la especie *Ipomoea murucoides* represento el 78.28% de los granos (42,592 granos) y se identificó en el 83% de las muestras.

En las muestras de heces, se contabilizaron un total de 74,334 granos de polen. Al igual que en las muestras de pelo los géneros dominantes fueron *Ipomoea* con un 66% de los granos contabilizados (49,061 granos) y *Agave* con un 30% (22,300 granos). *I. murucoides* continuó dominando la dieta con un 64% de los granos contabilizados (47,330 granos) y presente en el 80% de las muestras analizadas. Todas las especies de agaves aumentaron su presencia en estas muestras con respecto a las de pelo.

Con base en el Índice de Shannon-Wiener (H') tanto las muestras de pelo como las de heces tuvieron una diversidad baja con valores de 1.4129 y 1.394 respectivamente.

#### Cueva del Salitre.

De los 75 individuos capturados 60 fueron machos (19 escrotados) y 15 hembras (3 postlactantes). Se analizaron 75 muestras de pelo y 150 de heces. En ambos tipos de muestras se identificaron un total de 16 taxa.



### Dieta de *Letonycteris nivalis* en Cueva del Diablo (Pelo)

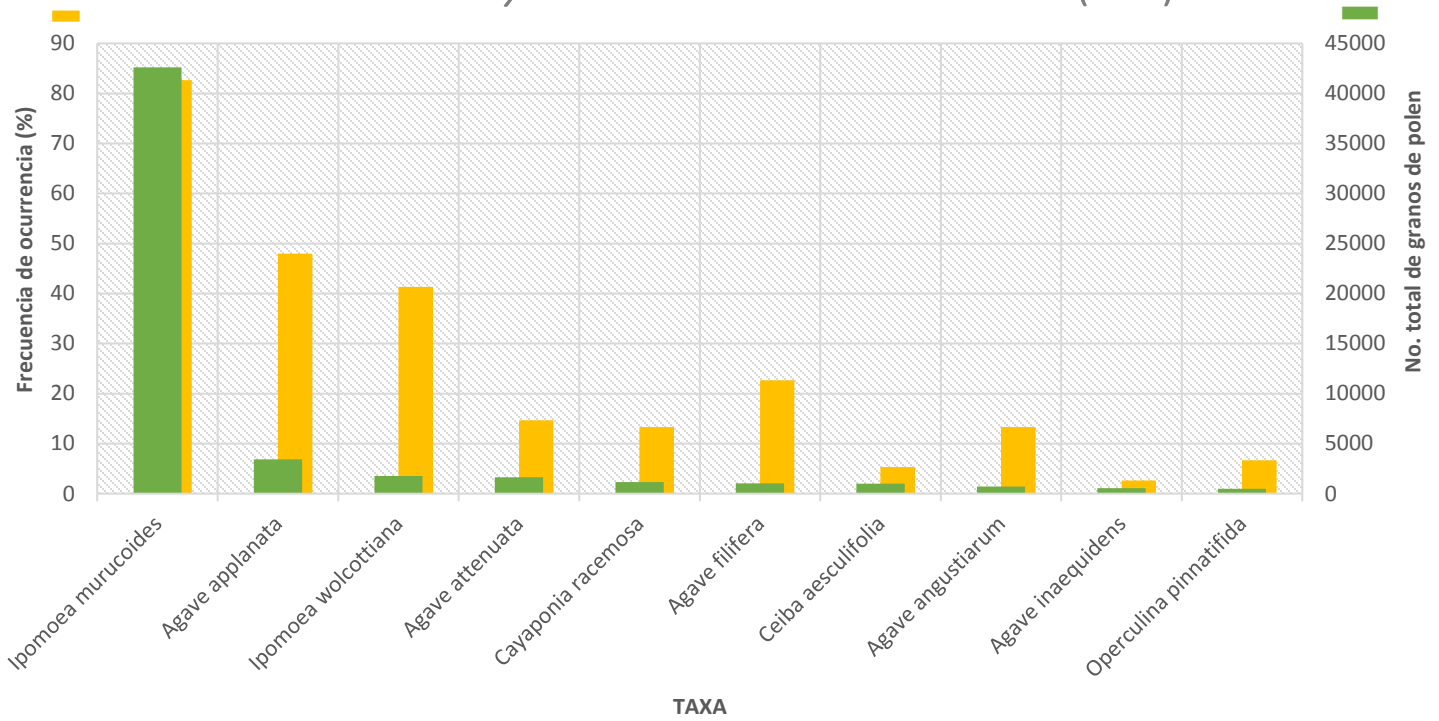


Figura 2. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de pelo colectadas en Cueva del Diablo.

### Dieta de *Leptonycteris nivalis* en Cueva del Diablo (Heces)

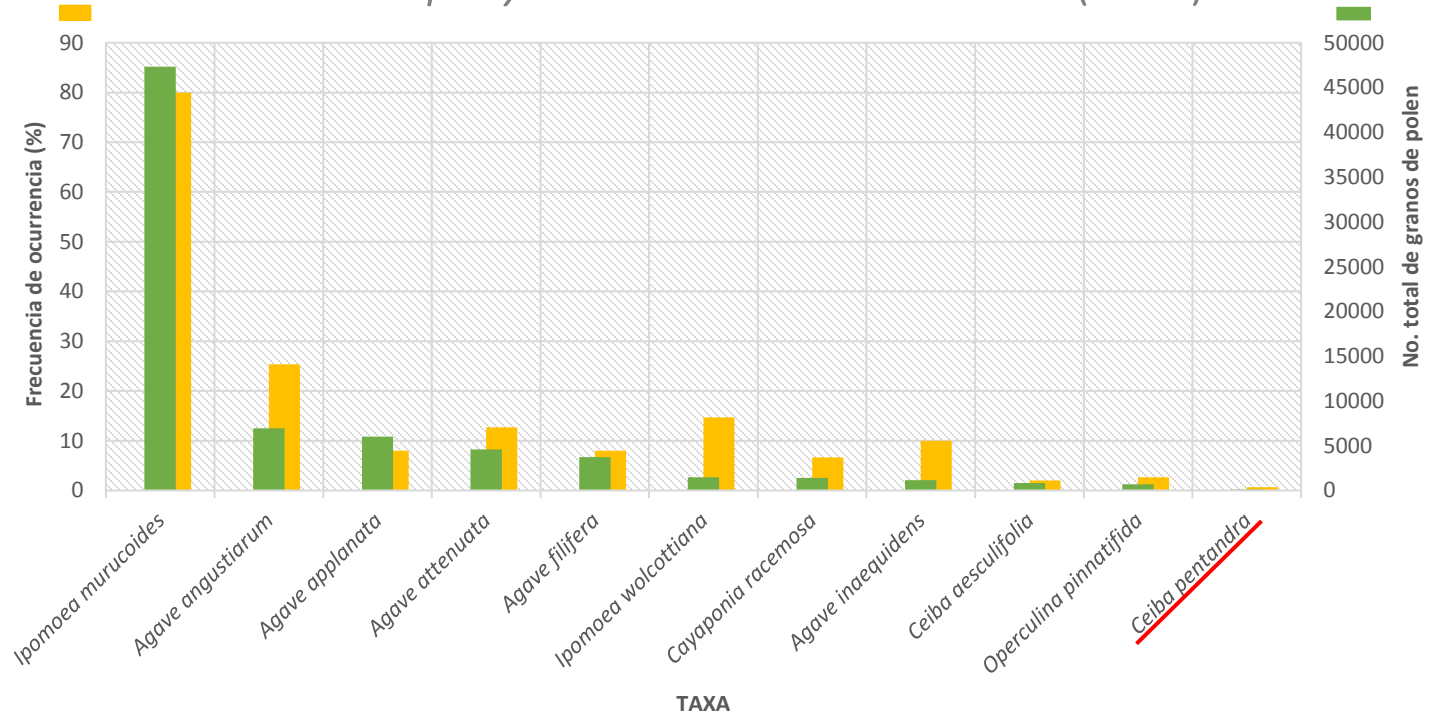


Figura 3. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de heces colectadas en Cueva del Diablo. Señalada con la línea roja se muestra la especie exclusiva de las muestras de heces con respecto a las de pelo.

En las muestras de pelo se contabilizaron un total de 74,713 granos de polen. Los géneros dominantes fueron *Ipomoea* con 55% del total de los granos contabilizados (41,100 granos) y presente en el 80% de las muestras, y *Ceiba* con 25% de los granos contabilizados (18,696 granos) y presente en el 84% de las muestras. Al igual que en Cueva del Diablo, en Cueva del Salitre *I. murucoides* fue la especie dominante en la dieta de *Letonycteris*, con 54% de los granos (40,433 granos) y presente en el 72% las muestras.

En las muestras de heces se contabilizaron un total de 111922 granos de polen. *I. murucoides* y *C. aesculifolia* fueron las especies dominantes, con el 34% y 29% del total de los granos de polen contabilizados (38054 y 32456 granos) y presentes en el 61% y 32% de las muestras respectivamente. *P. weberi* despuntó como una de las tres especies más importantes en cuanto a cantidad de granos de polen, representando un 21% de los granos contabilizados (23914 granos), pero solo en el 7% de las muestras analizadas (Figura 5).

Con base en el Índice de Shannon-Wiener (H') tanto las muestras de pelo como las de heces tuvieron una diversidad baja con valores de 2.211 y 2.179 respectivamente.

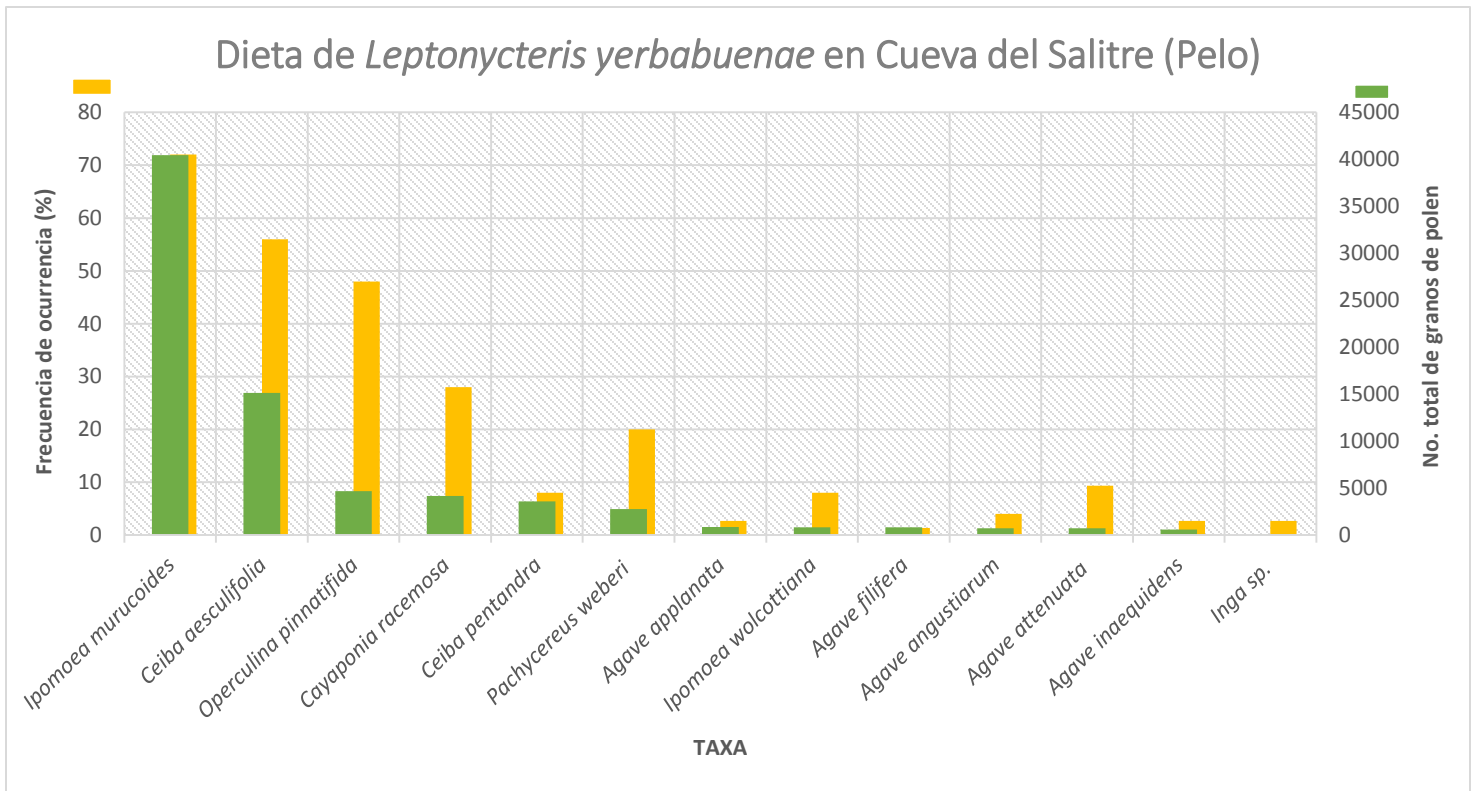


Figura 4. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de pelo colectadas en Cueva del Salitre.

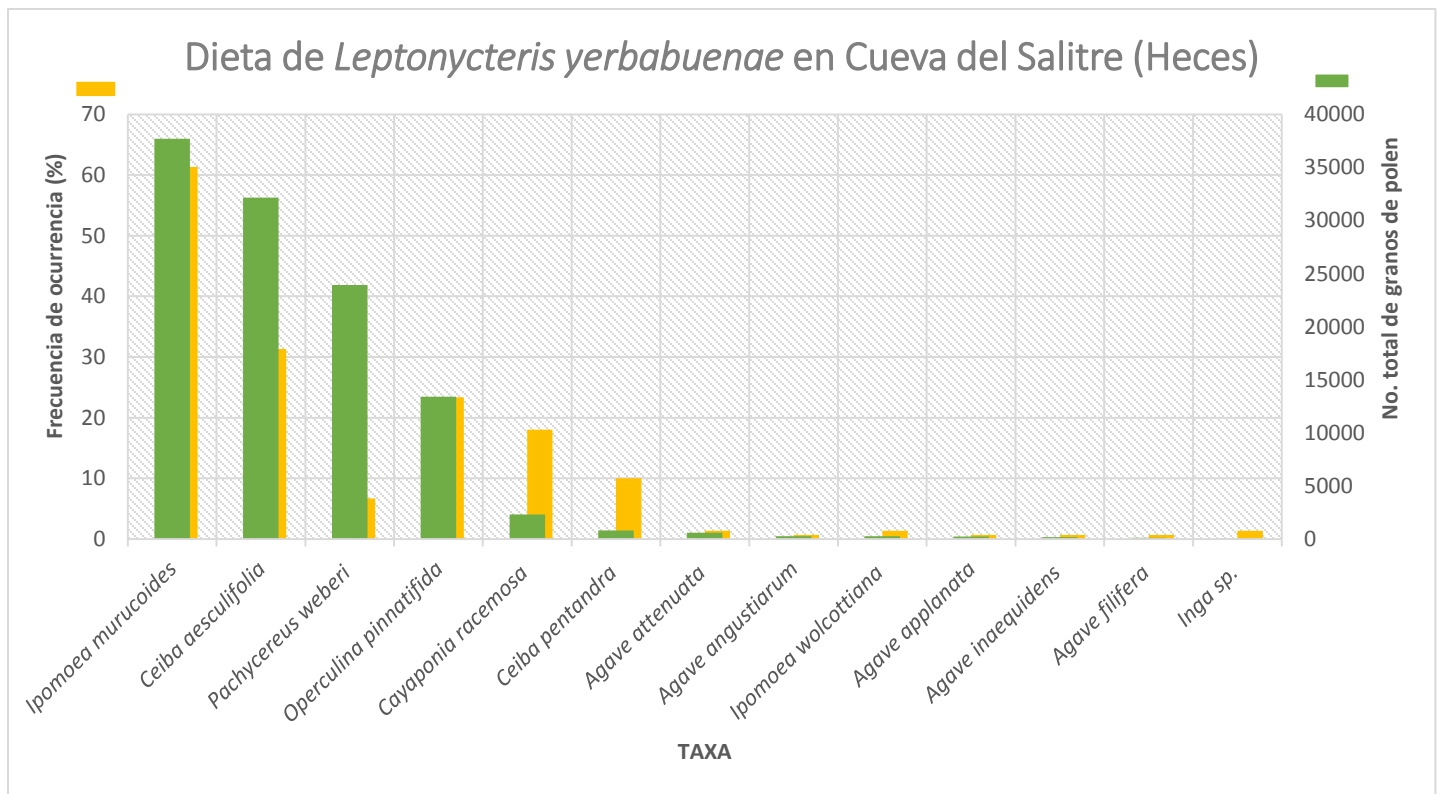


Figura 5. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de heces colectadas en la Cueva del Salitre.

#### *Dieta en la Reserva de la Biosfera de la Barranca de Metztitlán (RBBM).*

Para este sitio se analizaron un total de 90 muestras de pelo y 180 de heces para ambas especies. En total se identificaron 35 distintas morfoespecies presentes en ambas dietas.

#### *Túneles de Ahuacatitla.*

De los 45 individuos capturados, 29 fueron hembras y solo 16 machos. Quince machos fueron subadultos y solo uno fue adulto. En el caso de las hembras 21 fueron adultas y 8 subadultas. Se analizaron un total de 45 muestras de pelo y 90 de heces para este sitio. En las muestras de pelo se identificaron 33 morfoespecies mientras que en las de heces fueron 31 morfoespecies.

En las muestras de pelo se contabilizaron un total de 18199 granos. El género dominante fue *Agave* con el 64% de los granos contabilizados (11773 granos) y presente en el 100% de las muestras. *Agave horrida*, Morfoespecie HID 32, *A. salmiana*, *A. macroculmis* y *A. lechuguilla* fueron las especies mejor representadas con 12%, 12%, 11%, 9% y 7% del total de los granos contabilizados respectivamente.

En las muestras de heces se contabilizaron un total de 63013 granos de polen. El género dominante continuó siendo *Agave* con el 81% de los granos contabilizados (50,765 granos) y presente en el 100% de las muestras. *Agave macroculmis*, *Agave salmiana*, Morfoespecie HID 32, *Agave horrida* y Morfoespecie HID 40 fueron las mejor representadas con 19%, 17%, 14%, 8% y 7% de los granos contabilizados, y presencia en 48%, 44%, 39%, 41% y 18% de las muestras analizadas respectivamente.

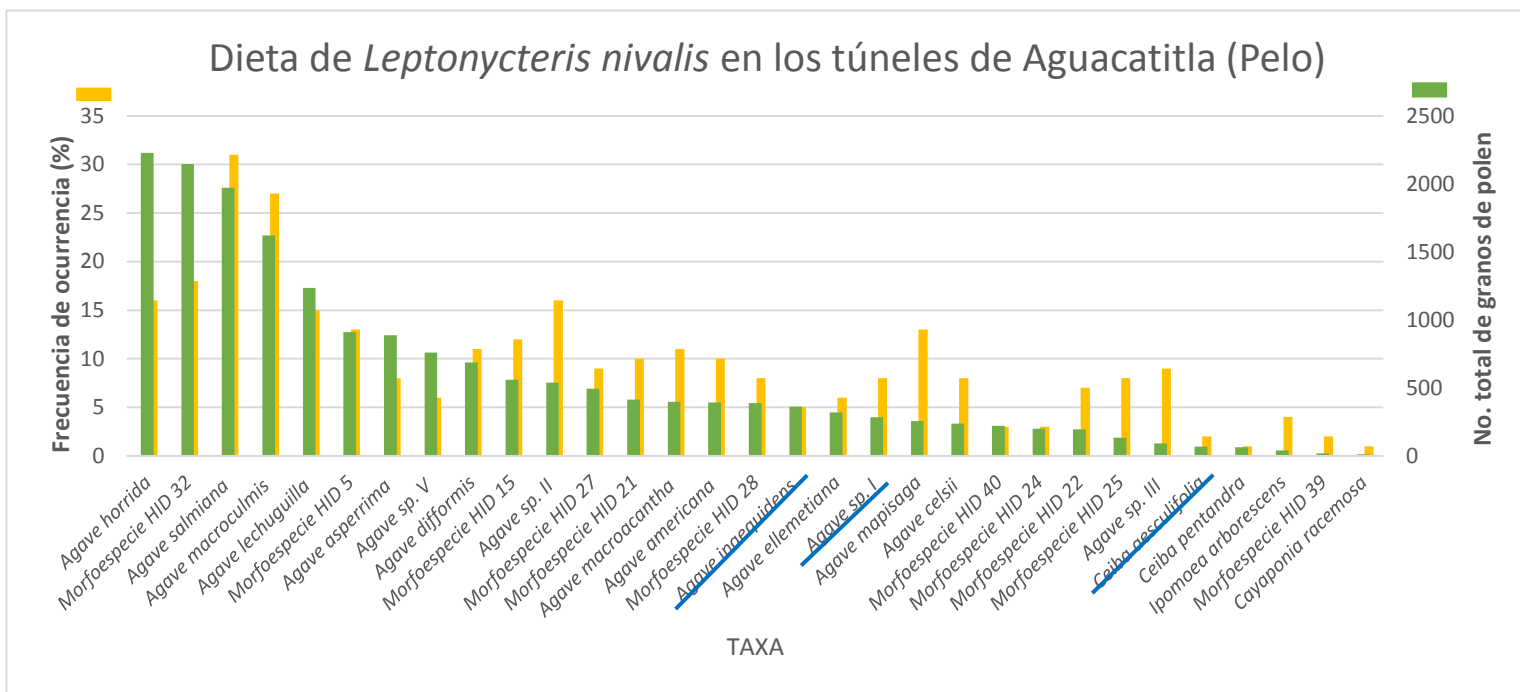


Figura 6. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de pelo colectadas en el Túnel de Aguacatitla. Con las líneas azules se muestran las especies exclusivas de las muestras de pelo con respecto a las de heces.

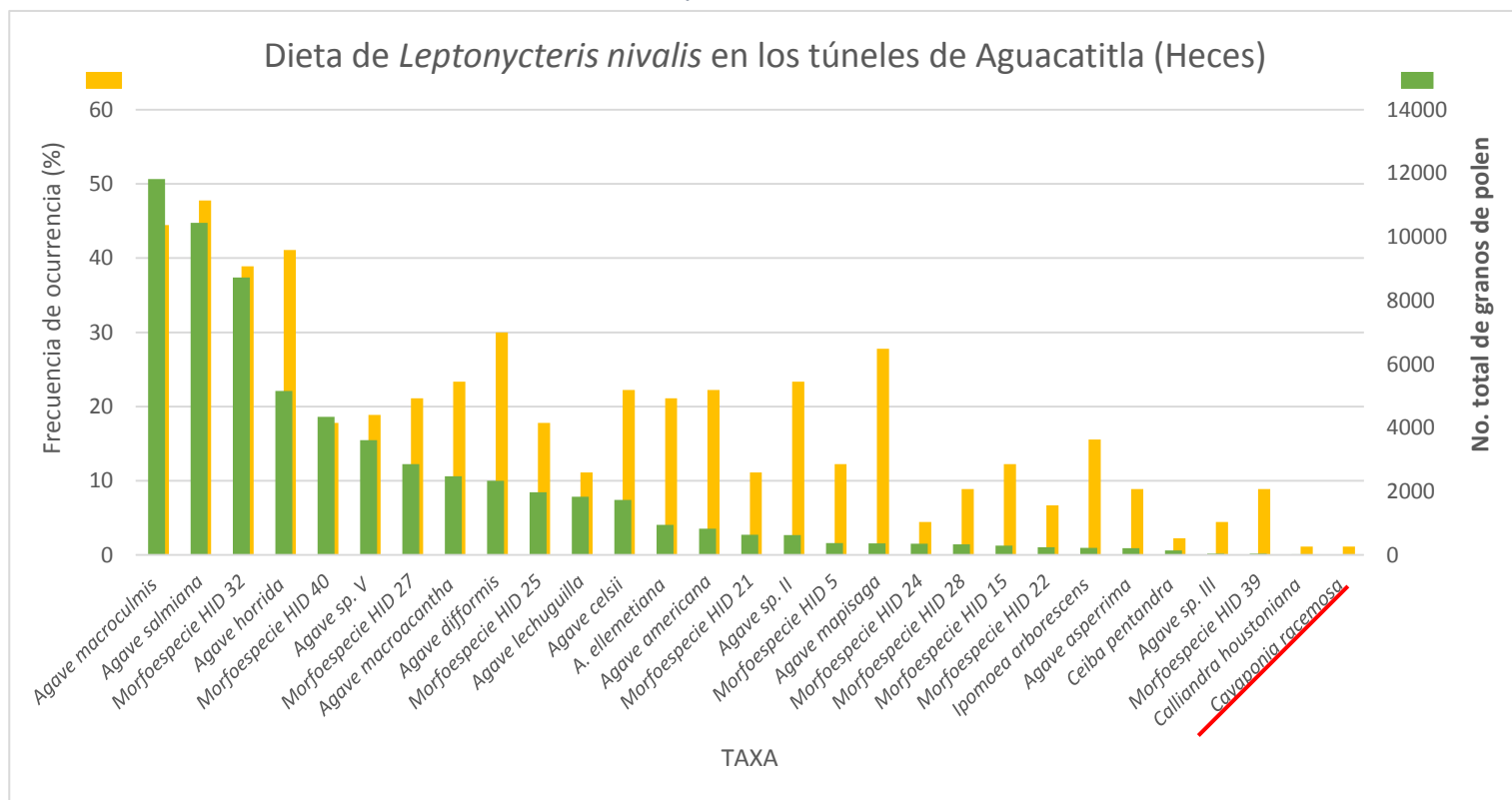


Figura 7. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de heces colectadas en el Túnel de Aguacatitla. Con la línea roja se muestran las especies exclusivas de las muestras de pelo con respecto a las de heces.

Con base en el Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) las muestras de pelo tuvieron una diversidad alta con un valor de 3.150, mientras que las de heces tuvieron un valor de 2.032 para el mismo índice, por lo que su la diversidad fue baja.

#### Cueva del Guano.

De los 45 individuos capturados, 15 fueron hembras y 30 machos. Todos los individuos capturados fueron adultos. Se analizaron un total de 45 muestras de pelo y 90 de heces para este sitio. En ambos tipos de muestras se identificaron 32 morfoespecies.

En las muestras de pelo se contabilizaron un total de 24422 granos de polen. El género más abundante fue *Agave* con el 74% del total de los granos de polen contabilizados (15400 granos) y presente en el 100% de las muestras. *A. macrocantha*, *A. salmiana*, *A. horrida*, Morfoespecie HID 39, y *P. marginatus* fueron las especies mejor representadas, con 23%, 14%, 12%, 9% y 7% respectivamente del total de los granos contabilizados.

En las muestras de heces se contabilizaron en total 44, 816 granos de polen. El género dominante fue *Agave*, con el 55% del total de los granos contabilizados (24,616 granos) y una presencia en el 100% de las muestras.

Con base en el Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) las muestras de pelo presentaron una diversidad alta con un valor de 3.129967596. Las muestras de heces presentaron una diversidad baja, con un valor de 2.031026669 para el mismo índice.

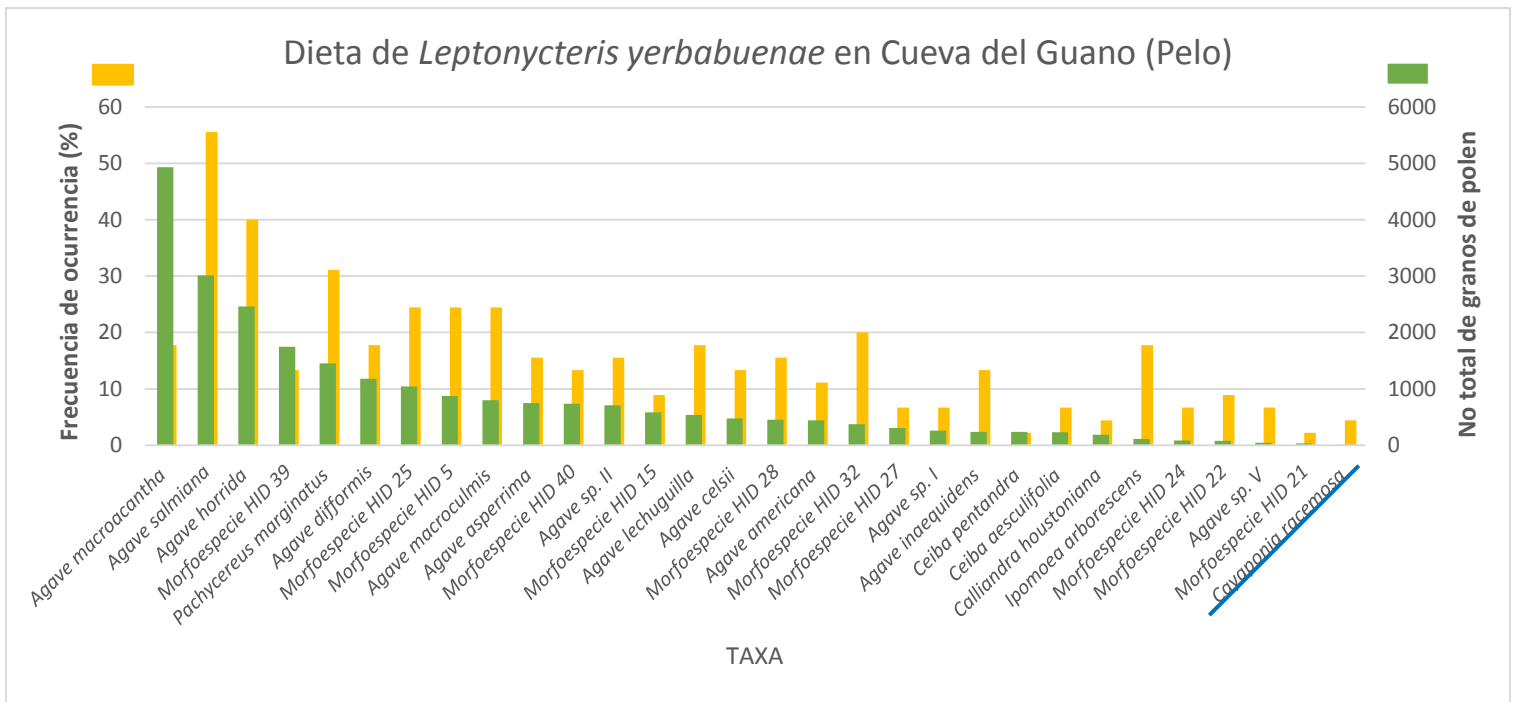


Figura 8. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de pelo colectadas en la Cueva del Guano. Con las líneas azules se muestran las especies exclusivas de las muestras de pelo con respecto a las de heces.

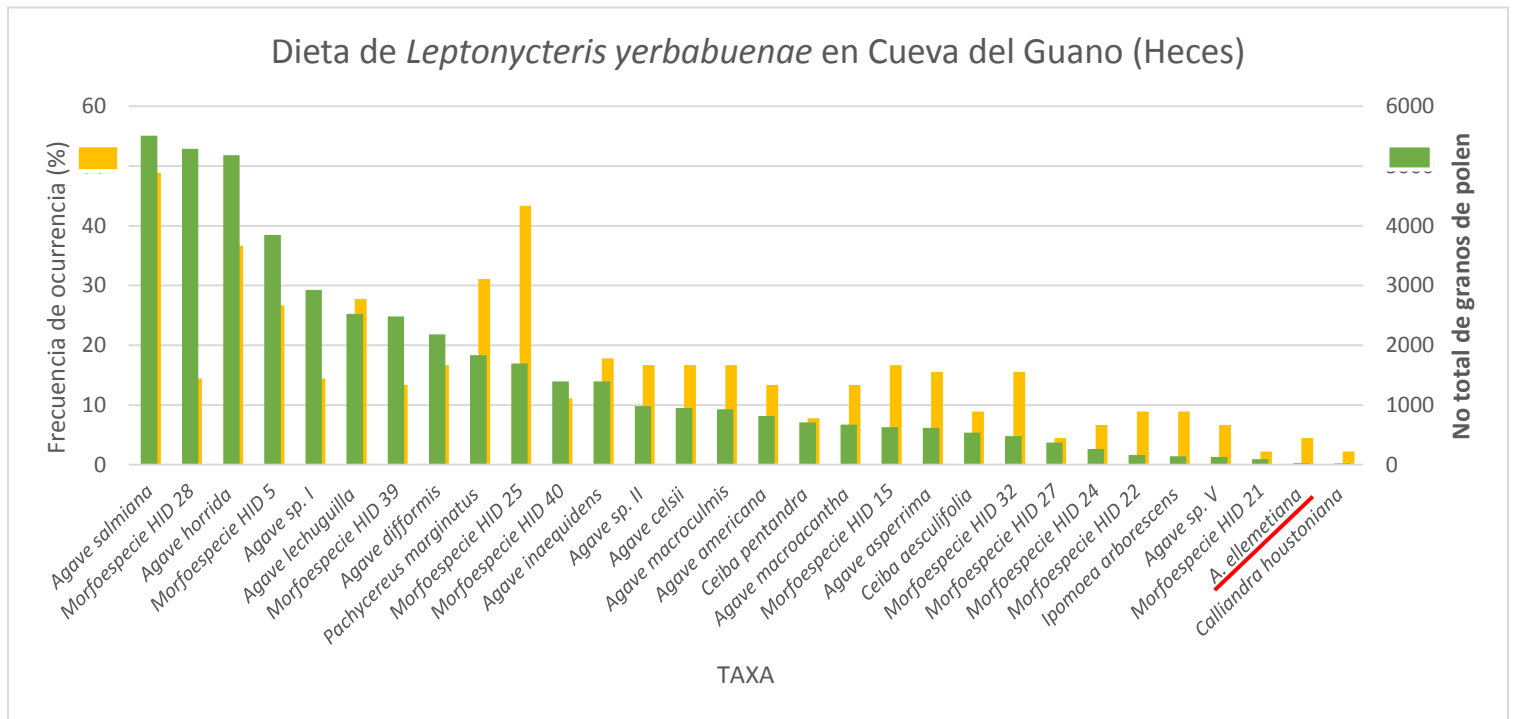


Figura 9. Frecuencia (no. de granos de polen, columnas verdes) y presencia (mínimo 10 granos, columnas amarillas) de taxa identificados en las muestras de heces colectadas en la Cueva del Guano. Con la línea roja se muestran las especies exclusivas de las muestras de pelo con respecto a las de heces.

Sobrelapamiento de dieta entre *L. nivalis* y *L. yerbabuena*.

*Curvas de acumulación de especies.*

Para obtener las curvas de acumulación de especies se utilizó el modelo de Chao

1. Los resultados se muestran por zona (CB y RBBM) en las Figuras de la 10 a la 17.

*Cueva del Diablo y Cueva del Salitre (CB).*

Para esta área la eficiencia de muestreo alcanzada con el modelo de Chao 1 fue muy cercana al 100% o del 100%, como se muestra en la Cuadro 4.

El análisis de ambos tipos de muestras hizo mucho más eficiente el muestreo. No obstante el análisis aislado de muestras de pelo (Figuras 10 y 12) o de heces (Figuras 11 y 13) también nos brinda información relevante acerca de la dieta de cualquiera de estas dos especies de *Leptonycteris*. Las asíntotas en el caso de las muestras de pelo de *L. nivalis* y *L. yerbabuena* fueron alcanzadas en 67 y 70 muestras respectivamente. Para las heces tuvimos un alcance de las asíntotas a las 128 y 140 muestras.



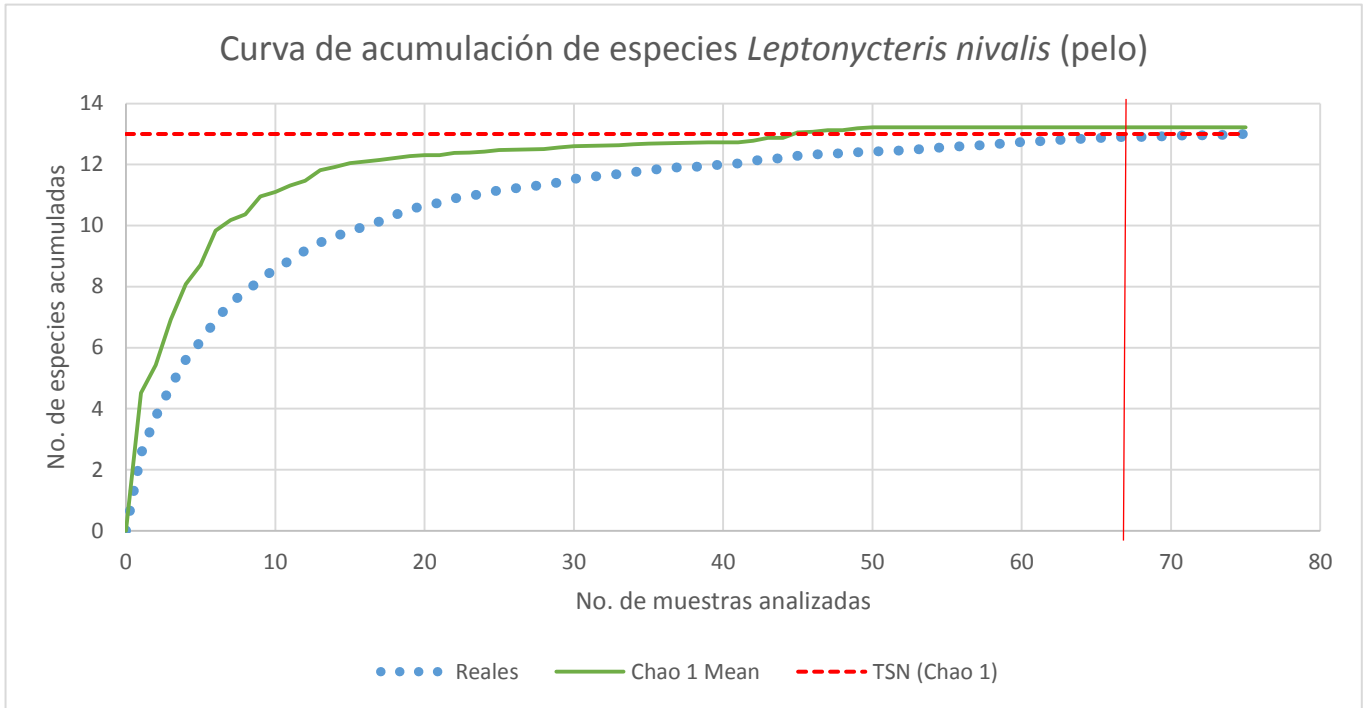


Figura 10. Curva de acumulación con base en los datos de la Cueva del Diablo (pelo) para el modelo de Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).

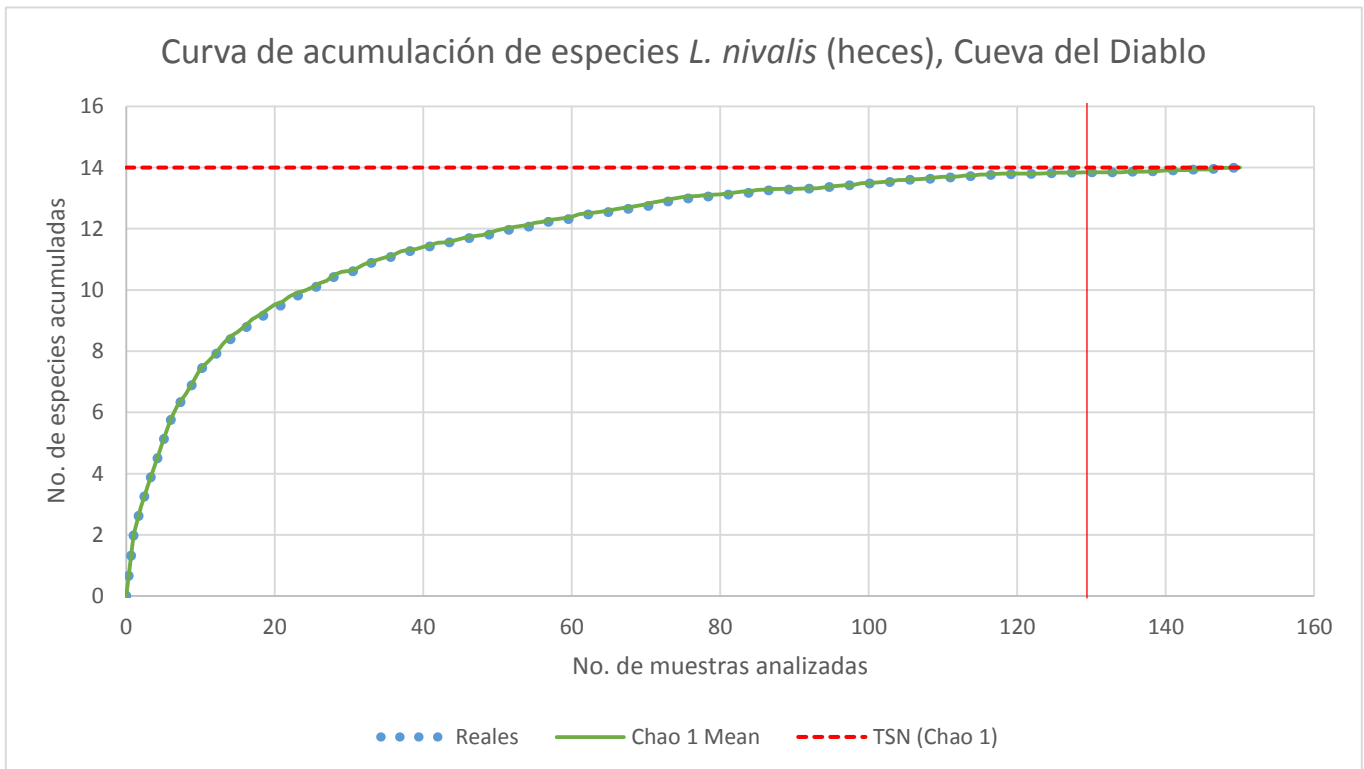


Figura 11. Curva de acumulación con base en los datos de la Cueva del Diablo (heces) para el modelo de Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).

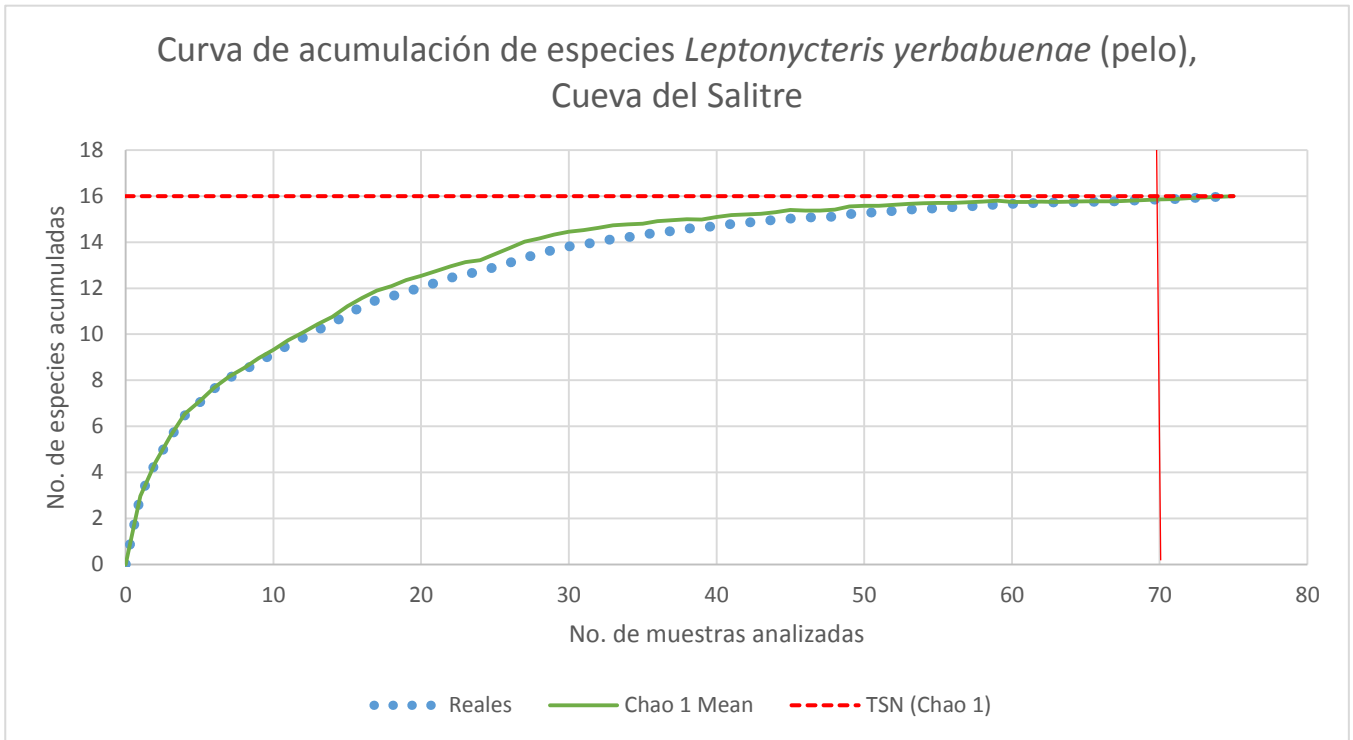


Figura 12. Curva de acumulación con base en los datos de la Cueva del Salitre (pelo) para el modelo de Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).

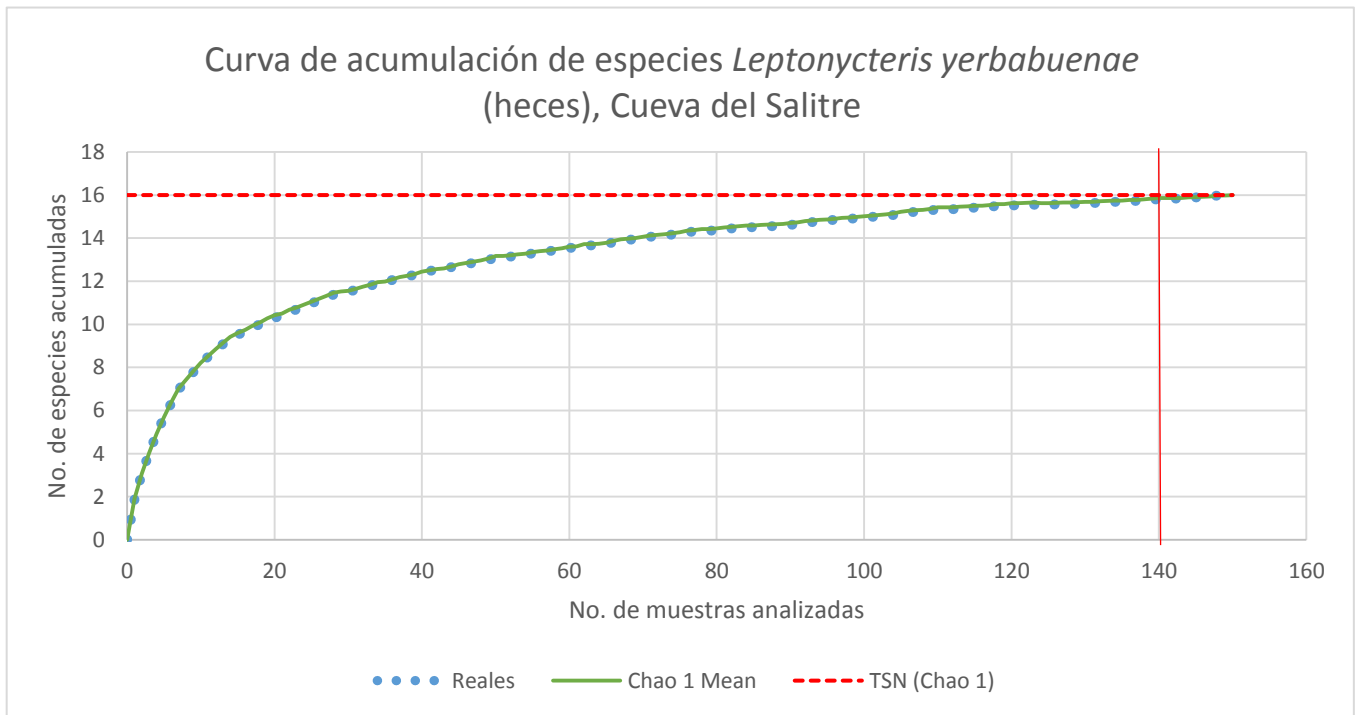


Figura 13. Curvas de acumulación con base en los datos de la Cueva del Salitre (heces) para el modelo de Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).

Cuadro 4. Valores obtenidos para el esfuerzo de muestreo y la proporción de taxas registrados de acuerdo al modelo de Chao 1 para cada cueva en la CB.

Cueva	Tipo de muestra	Modelo	n	Taxa observados	TNS	Proporción de taxa registrados
Cueva del Diablo	Pelo	Chao1	75	13	13.22	98%
	Heces	Chao1	150	14	14	100%
Cueva del Salitre	Pelo	Chao1	75	16	16	100%
	Heces	Chao1	150	16	16	100%

#### Túnel de Aguacatitla y Cueva del Guano (RBBM).

Al igual que en la CB la eficiencia de muestreo alcanzada con el modelo de Chao 1 fue muy cercana al 100% o del 100%, como se muestra en la Cuadro 5.

La asíntota en el caso de las muestras de pelo de *L. nivalis* fue alcanzada con 40 muestras (Figura 14), mientras que para *L. yerbabuena* la asíntota se alcanzó con 44 muestras (Figura 16). Para las heces tuvimos un alcance de las asíntotas a las 57 y 78 muestras respectivamente (Figura 15 y 17).

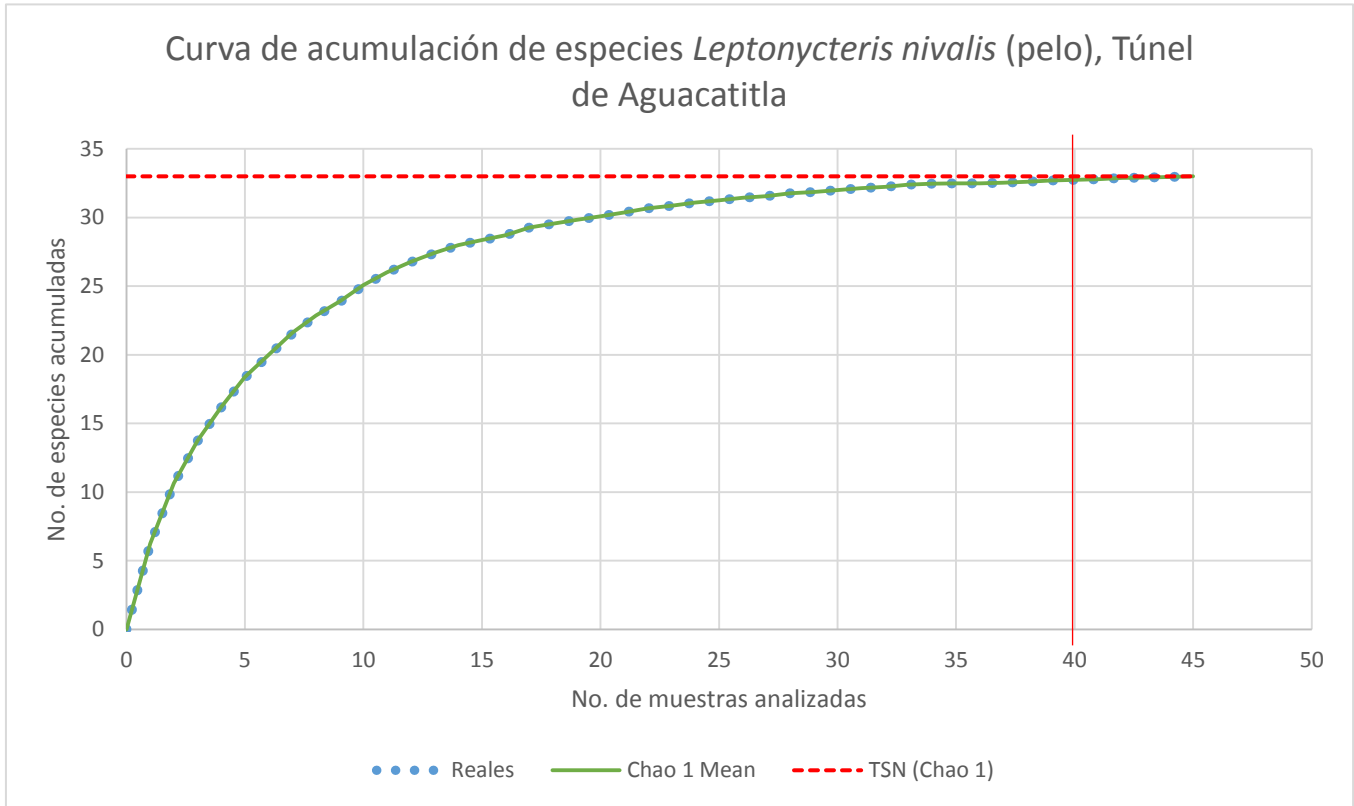


Figura 14. Curvas de acumulación con base en los datos de los Túneles de Aguacatitla (pelo) para el modelo de Chao ,1 así como el número total de especies esperado (TSN).

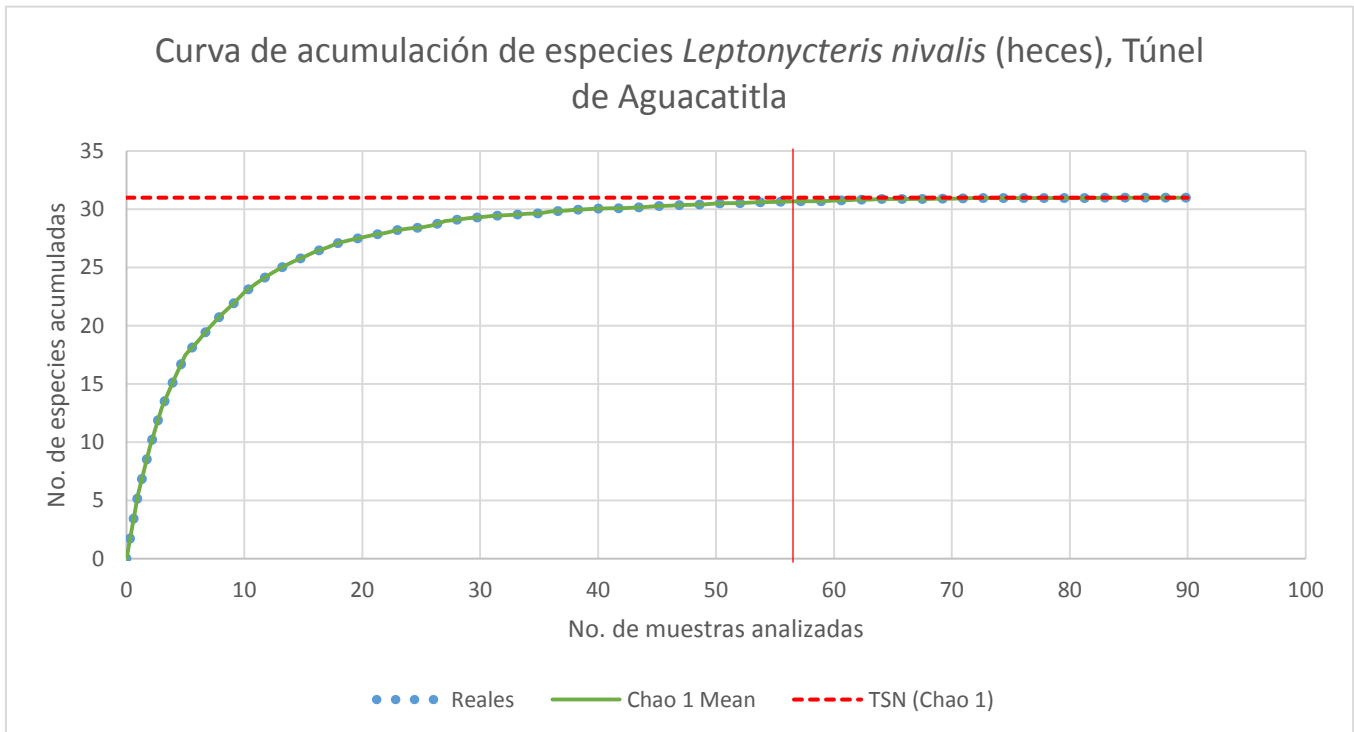


Figura 15. Curvas de acumulación con base en los datos de los Túneles de Aguacatitla (heces) para el modelo de Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).

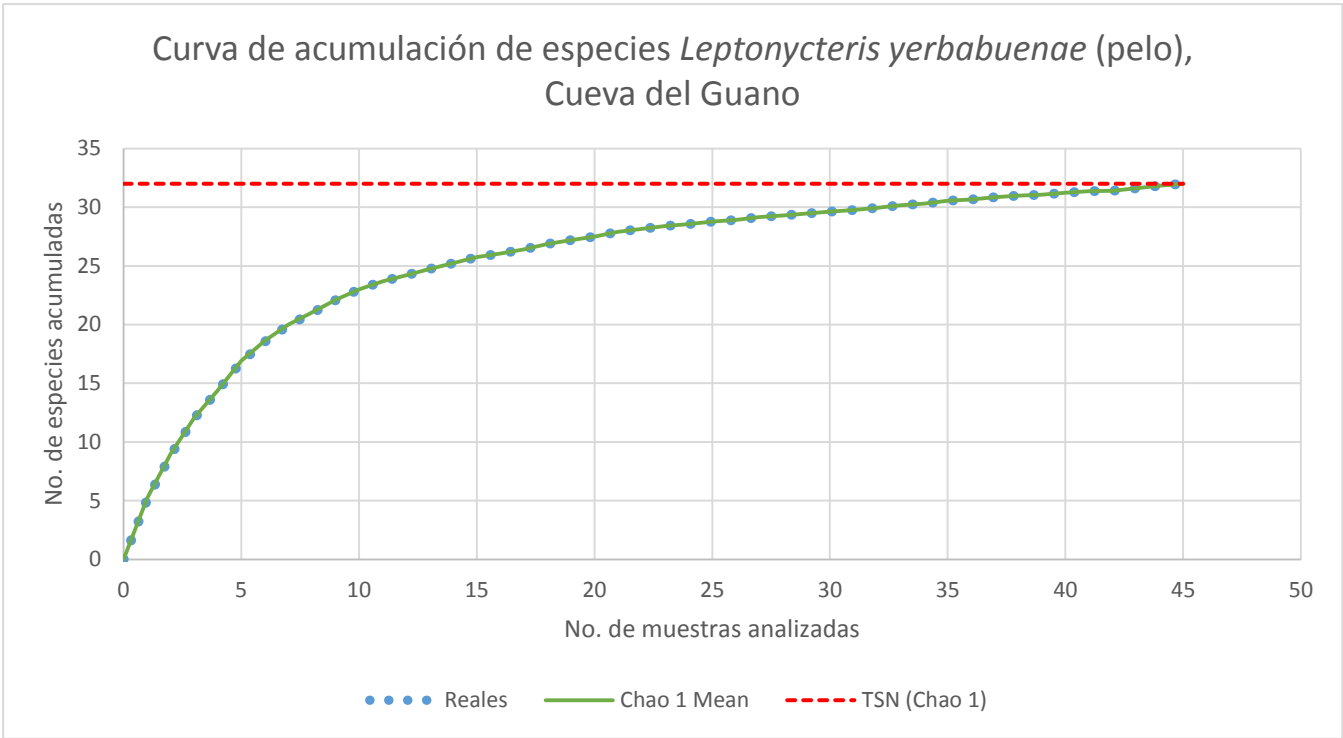


Figura 16. Curvas de acumulación con base en los datos de Cueva del Guano (pelo) para los modelos de ACE y Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).

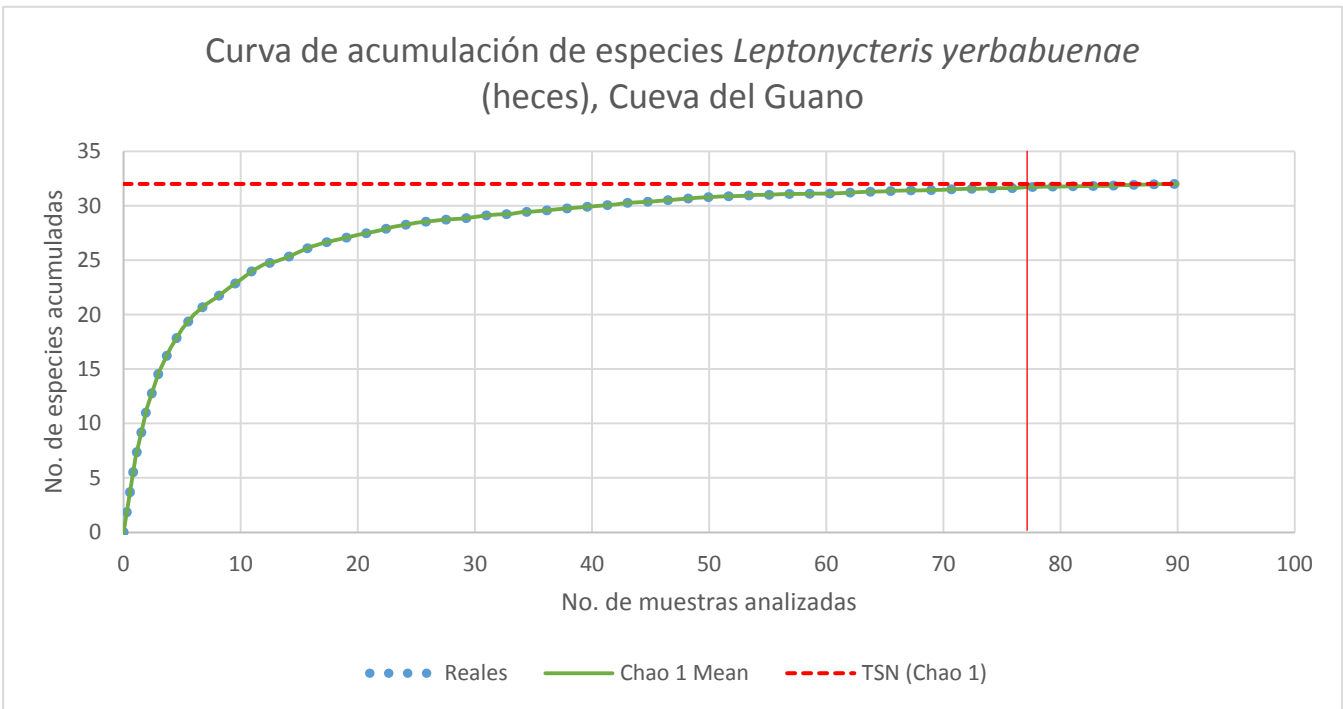


Figura 17. Curvas de acumulación con base en los datos de Cueva del Guano (heces) para los modelos de ACE y Chao 1, así como el número total de especies esperado (TSN).

Cuadro 5. Valores obtenidos para el esfuerzo de muestreo y la proporción de taxas registrados de acuerdo al modelo de Chao 1 para cada cueva en la RBBM.

Cueva	Tipo de muestra	Modelo	n	Taxa observados	TNS	Proporción de taxa registrados
Túneles de Aguacatitla	Pelo	Chao1	45	33	33	100%
	Heces	Chao1	90	31	31	100%
Cueva del Guano	Pelo	Chao1	45	32	32	100%
	Heces	Chao1	90	32	32	100%

*Especies compartidas, exclusivas e Índice de Pianka.*

De las 16 especies identificadas en la dieta de *Leptonycteris* en la CB, 14 fueron consumidas por ambas especies (*A. angustiarum*, *A. applanata*, *A. attenuata*, *A. filifera*, *A. inaequidens*, *Alnus sp.*, *C. aesculifolia*, *C. pentandra*, *C. racemosa*, *Celtis sp.*, *I. murucoides*, *I. wolcottiana*, *O. pinnatifida* y *Pinus sp.*) y dos fueron exclusivas de la dieta de *L. yerbabuenae* (*Inga sp.* y *P. weberi*). Los datos de ambas dietas con base en la prueba de Shapiro-Wilk no fueron normales (*L. nivalis*  $p < 0.001$ ; *L. yerbabuenae*  $p < 0.001$ ) y con base en la prueba de U Mann-Whitney para dos muestras no fueron significativamente distintos ( $p = 0.821$ ). Pese a esto el grado de solapamiento fue bajo, con un valor de 0.372 para el Índice de Pianka ( $O_{jk}$ ).

En la RBBM se identificaron 35 especies, 32 consumidas por ambas especies (*A. americana*, *A. asperrima*, *A. celsii*, *A. difformis*, *A. ellemetiana*, *A. horrida*, *A. inaequidens*, *A. lechuguilla*, *A. macroacantha*, *A. macroculmis*, *A. salmiana*, *Agave sp. I*, *Agave sp. II*, *Agave sp. III*, *Agave sp. V*, *Alnus sp.*, *C. aesculifolia*, *C. houstoniana*, *C. pentandra*, *C. racemosa. I. arborescens*, Morfoespecie HID 2, Morfoespecie HID 3, Morfoespecie HID 5, Morfoespecie HID 15, Morfoespecie HID 22, Morfoespecie HID 24, Morfoespecie HID 25, Morfoespecie HID 27, Morfoespecie HID 28, Morfoespecie HID 32, Morfoespecie HID 40 y

*Pinus sp.*), dos exclusivas de *L. nivalis* (*Agave sp. III* y *A. mapisaga*) y una de *L. yerbabuenae* (*P. marginatus*). Con base en la prueba de Shapiro-Wilk ninguna de las dietas presentó datos normales (*L. nivalis*  $p < 0.001$ ; *L. yerbabuenae*  $p < 0.001$ ). Y la prueba de U Mann-Whitney arrojó que en esta zona las dietas de *L. nivalis* y *L. yerbabuenae* tampoco son significativamente distintas ( $p = 0.951$ ). Finalmente, el Índice de Pianka mostró un solapamiento mayor en esta zona al observado en la CB, con un valor de 0.544.

#### Índice de Jaccard.

##### Cuenca del Balsas.

El Índice de Jaccard mostró una clara similitud de mucho más del 80% entre las dietas de *L. nivalis* y *L. yerbabuenae* en la CB, con un valor de 0.875.

##### Reserva de la Biosfera de la Barranca de Metztlán.

En este caso la similitud entre las dietas fue mayor a la observada en la CB, por arriba del 95%, con un valor de 0.971 para el índice de Jaccard.

#### Índice de Morisita-Horn.

##### Cuenca del Balsas.

El Índice de Morisita-Horn para datos de abundancias mostró resultados bastante similares a los obtenidos con el Índice de Jaccard, con un valor de 0.776 y una similitud de mucho más del 70% entre las dietas de *L. nivalis* y *L. yerbabuenae* en la CB.

##### Reserva de la Biosfera de la Barranca de Metztlán.

Las dietas de *L. nivalis* y *L. yerbabuenae* aquí mostraron una mayor similitud respecto a la obtenida para la CB (mayor al 80%), con un valor de 0.845 para este Índice.

### Disponibilidad de recursos.

Del 17 de octubre de 2017 al 28 de febrero de 2018 se visitaron los sitios elegidos en la CB. Las visitas a la RBBM se realizaron entre el 25 de mayo y el 22 de julio de 2018.

### Cuenca del Río Balsas.

Los recorridos mensuales fueron realizados tratando de abarcar toda el área dentro del buffer. No obstante, debido a la inseguridad de varias zonas y a problemas de logística no todas las áreas pudieron ser visitadas.

En noviembre y diciembre se observó la mayor cantidad de parches con recursos alimenticios disponibles, distribuidos dentro de toda el área buffer (Figura 20). Posteriormente en enero y febrero esta disponibilidad disminuyó y se concentró en las zonas cercanas a la Cueva del Diablo (Figura 21). Durante toda la temporada de muestreo se observaron un total de siete especies de plantas en floración conocidas como alimento de *Leptonycteris* (Cuadro 6). Estas fueron identificadas hasta género, a excepción de *Agave horrida* y *Pseudobombax ellipticum*. Todos los géneros, a excepción de *Pseudobombax*, fueron encontrados en los análisis de dieta de ambas especies de *Leptonycteris* para esta zona. Los dos taxa pertenecientes al género *Ipomoea* en conjunto estuvieron en floración durante prácticamente toda la temporada de muestreo, a excepción de octubre, cuando



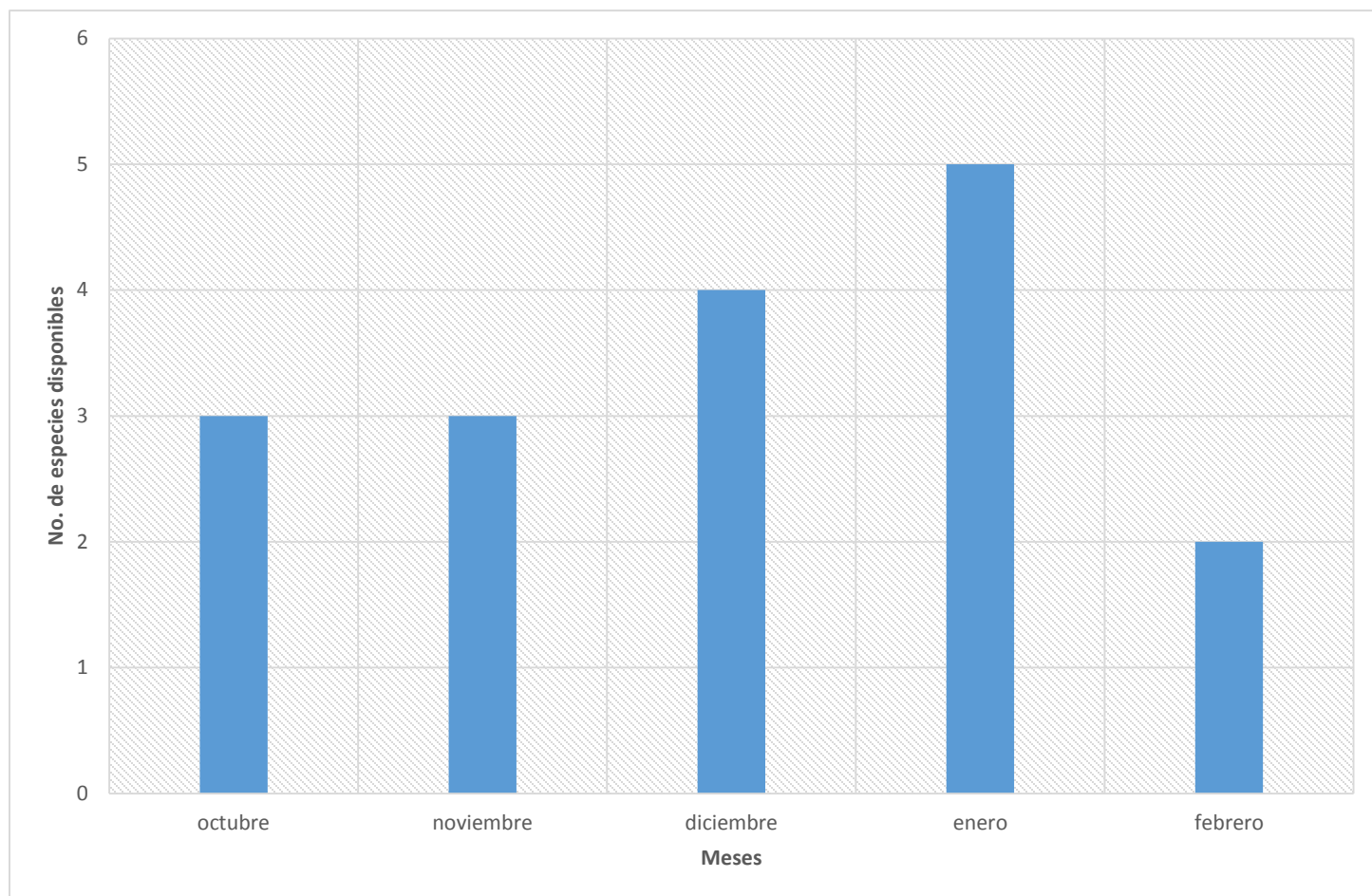


Figura 18. Disponibilidad de recursos quiropterófilos en la Cuenca del Balsas.

Cuadro 6. Disponibilidad de las especies identificadas en los muestreos de disponibilidad de recursos en la CB. Individuos con flor: abundantes (+++), recurrentes (++), escasos (+).

ESPECIE/ FLOR (--)	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
<i>Agave horrida</i>	+	++	+		
<i>Agave sp. 1</i>	+				
<i>Ceiba sp.</i>			++	++	
<i>Ipomoea sp. 1</i>		+++	+++	++	
<i>Ipomoea sp. 2</i>	+	++	+++	+++	+++
<i>Pachycereus sp.</i>				++	++
<i>Pseudobombax ellipticum</i>				+	

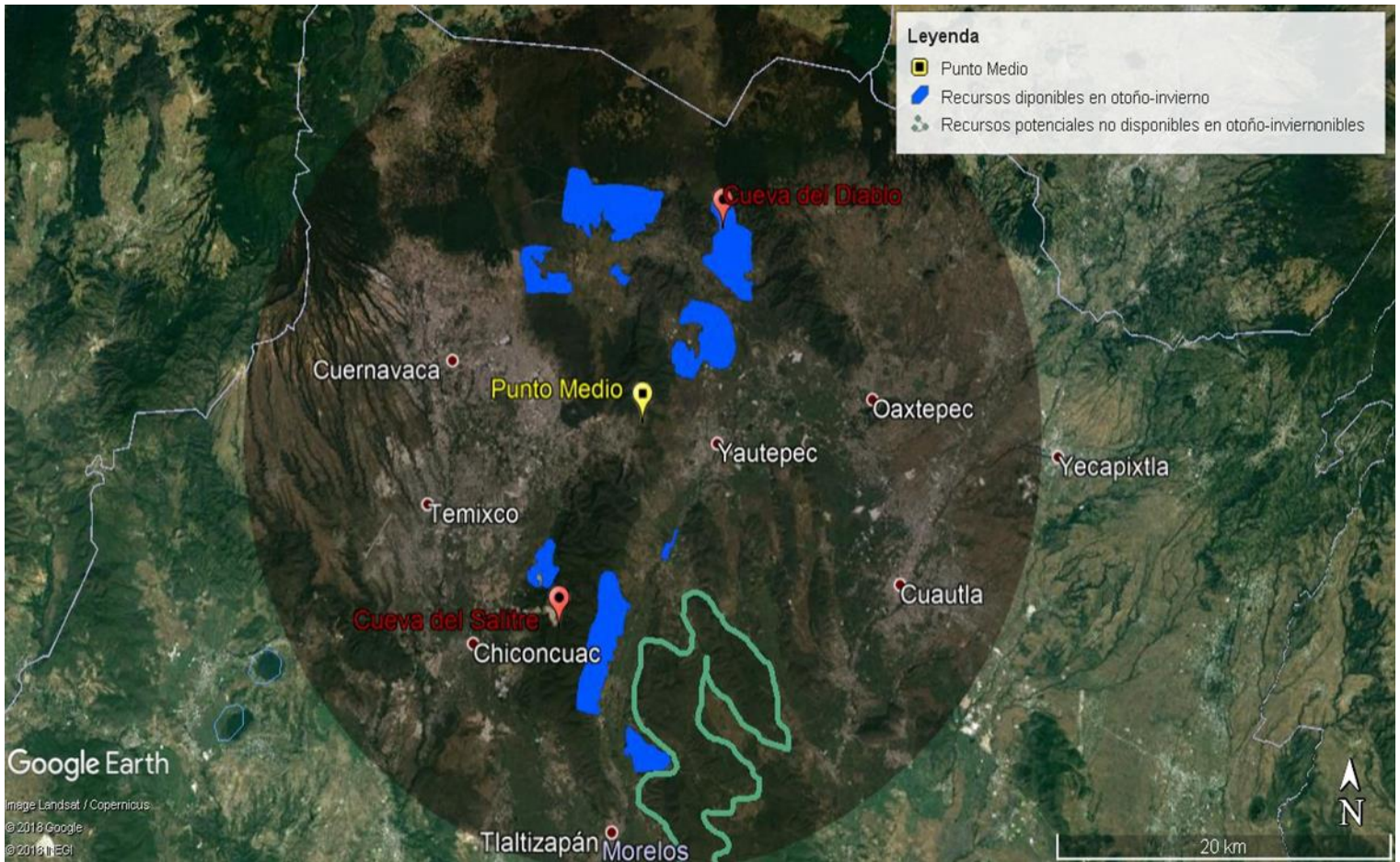


Figura 19. Áreas con recursos disponibles para *Leptonycteris* en la Cuenca del Balsas, periodo otoño-invierno.

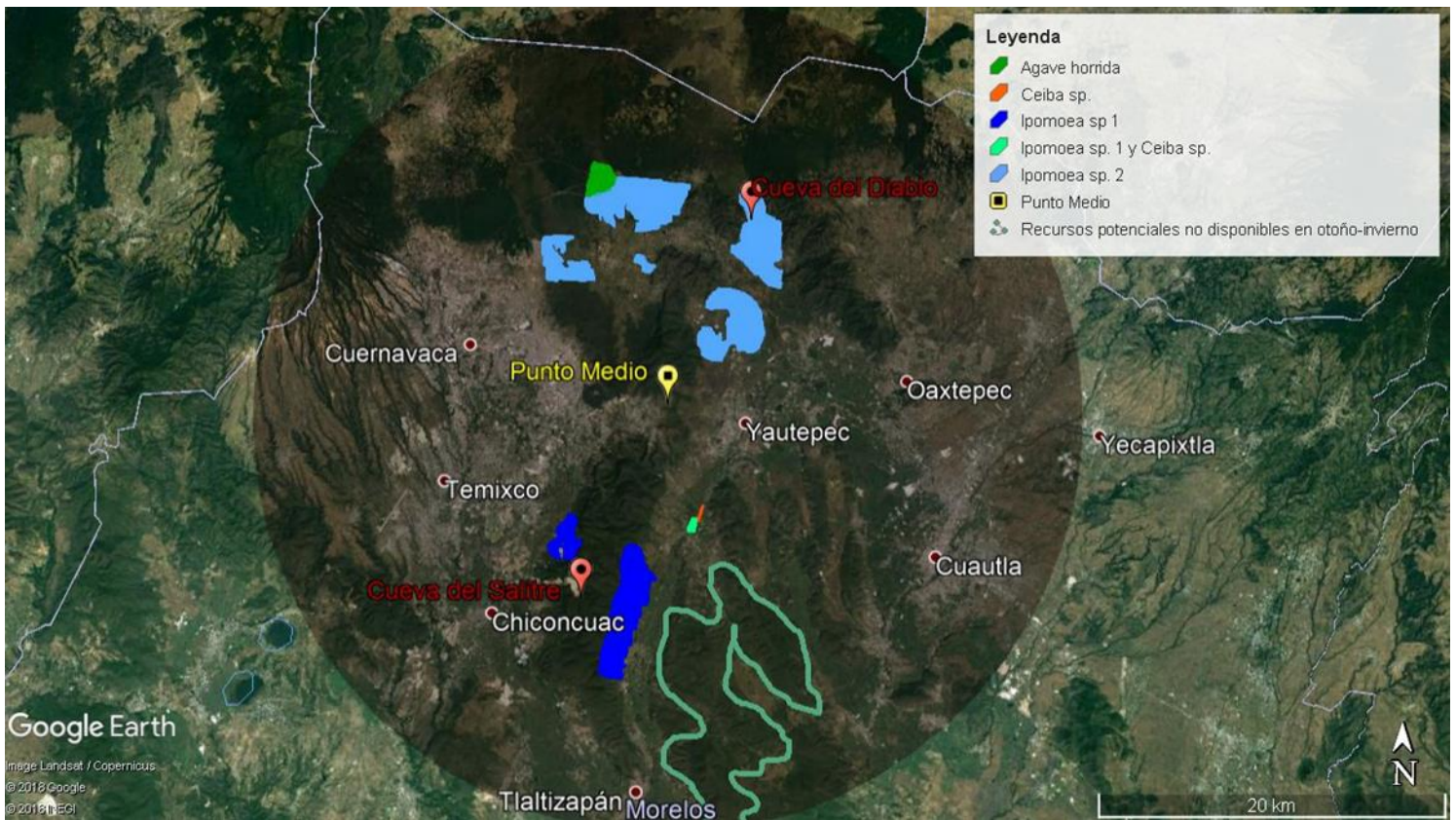


Figura 20. Disponibilidad de recursos para *Leptonycteris* en la CB, noviembre-diciembre.



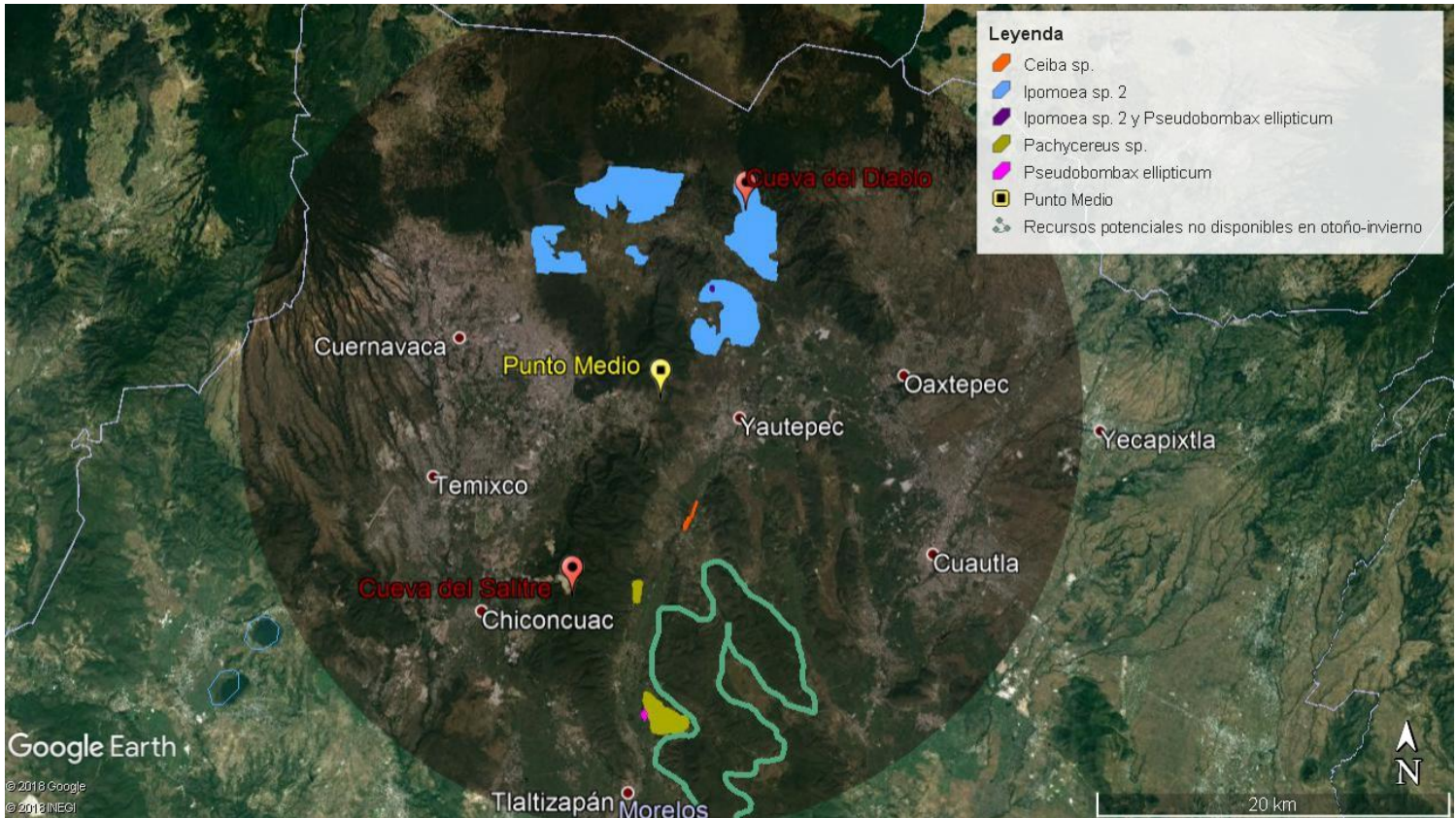


Figura 21. Disponibilidad de recursos para *Leptonycteris* en la CB enero-febrero.

muy pocos individuos fueron observados con flor. En contraste las especies pertenecientes a los otros géneros encontraron restringida su floración a dos, máximo tres meses (Cuadro 6). Las flores de todos estos taxa representan en conjunto una fuente de alimento para *Leptonycteris* durante la temporada otoño-invierno en la CB.

#### *Barranca de Mezquitlán.*

Durante esta temporada se lograron identificar bastantes sitios de forrajeo en la RBBM y zonas aledañas (Figura 22). Debido a que en el buffer de 50 km de diámetro no se lograron identificar sitios potenciales de forrajeo para *Leptonycteris*, se optó por incrementar el tamaño del buffer a 100 km de diámetro. Se observaron un total de doce grupos de plantas en floración (Cuadro 7) y la identificación de estos se realizó hasta nivel de género.

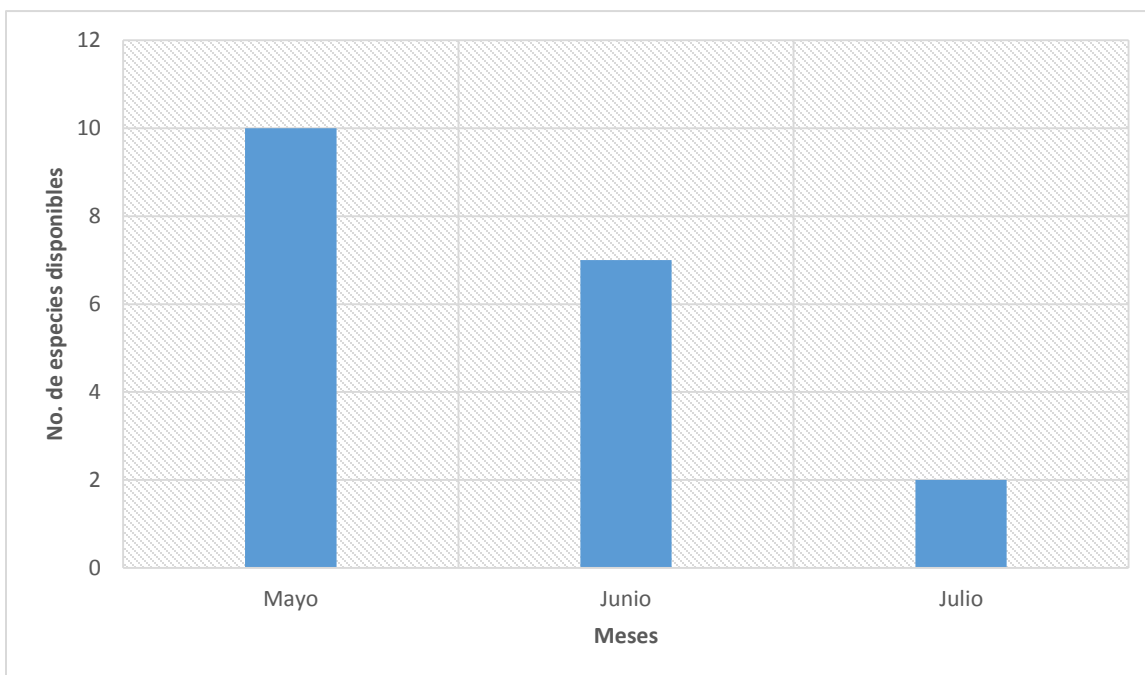


Figura 22. Disponibilidad de recursos quiropterófilos en la RBBM y zonas aledañas.

Cuadro 7. Disponibilidad de las especies identificadas en los muestreos de disponibilidad de recursos en la RBBM y zonas aledañas. Individuos con flor: abundantes (+++), recurrentes (++), escasos (+).

ESPECIE / FLOR (--)	MAYO	JUNIO	JULIO
<i>Agave sp. I</i> (espigado)	+++	+	
<i>Agave sp. II</i> (espigado)	+++	+	
<i>Agave sp. III</i> (espigado)	++		
<i>Agave sp. IV</i> (espigado)		+++	
<i>Agave sp. V</i> (espigado)		++	+
<i>Agave sp. 1</i> (paniculado)	++	+++	
<i>Agave sp. 2</i> (paniculado)	+++		
<i>Agave sp. 3</i> (paniculado)	++		
<i>Agave sp. 4</i> (paniculado)	+++	++	+
<i>Agave sp. 5</i> (paniculado)	+++		
<i>Agave sp. 6</i> (paniculado)	++		
<i>Stenocereus sp.</i>	++	++	



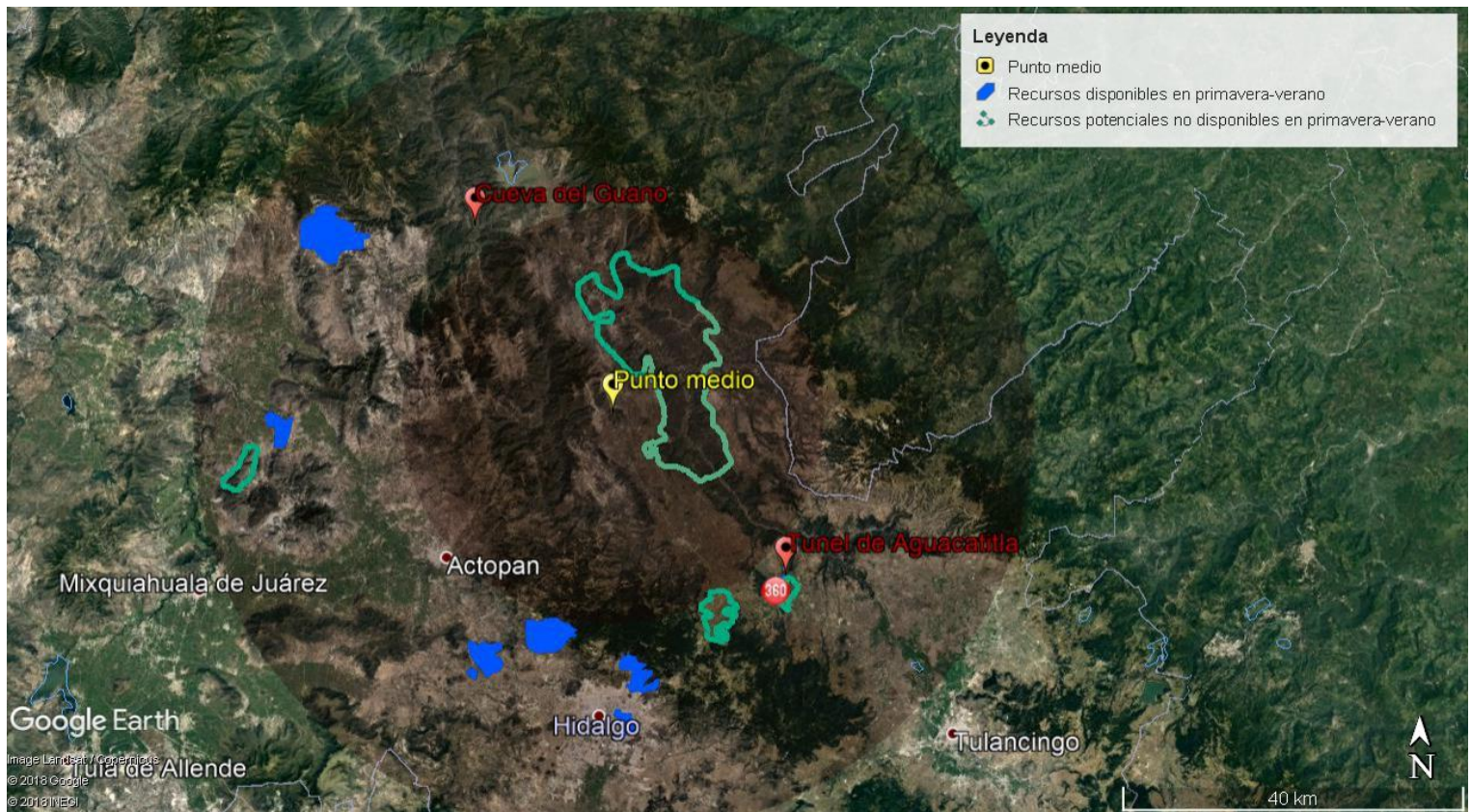


Figura 23. Áreas con recursos disponibles para *Leptonycteris* en la RBBM y zonas aledañas, periodo primavera-verano.

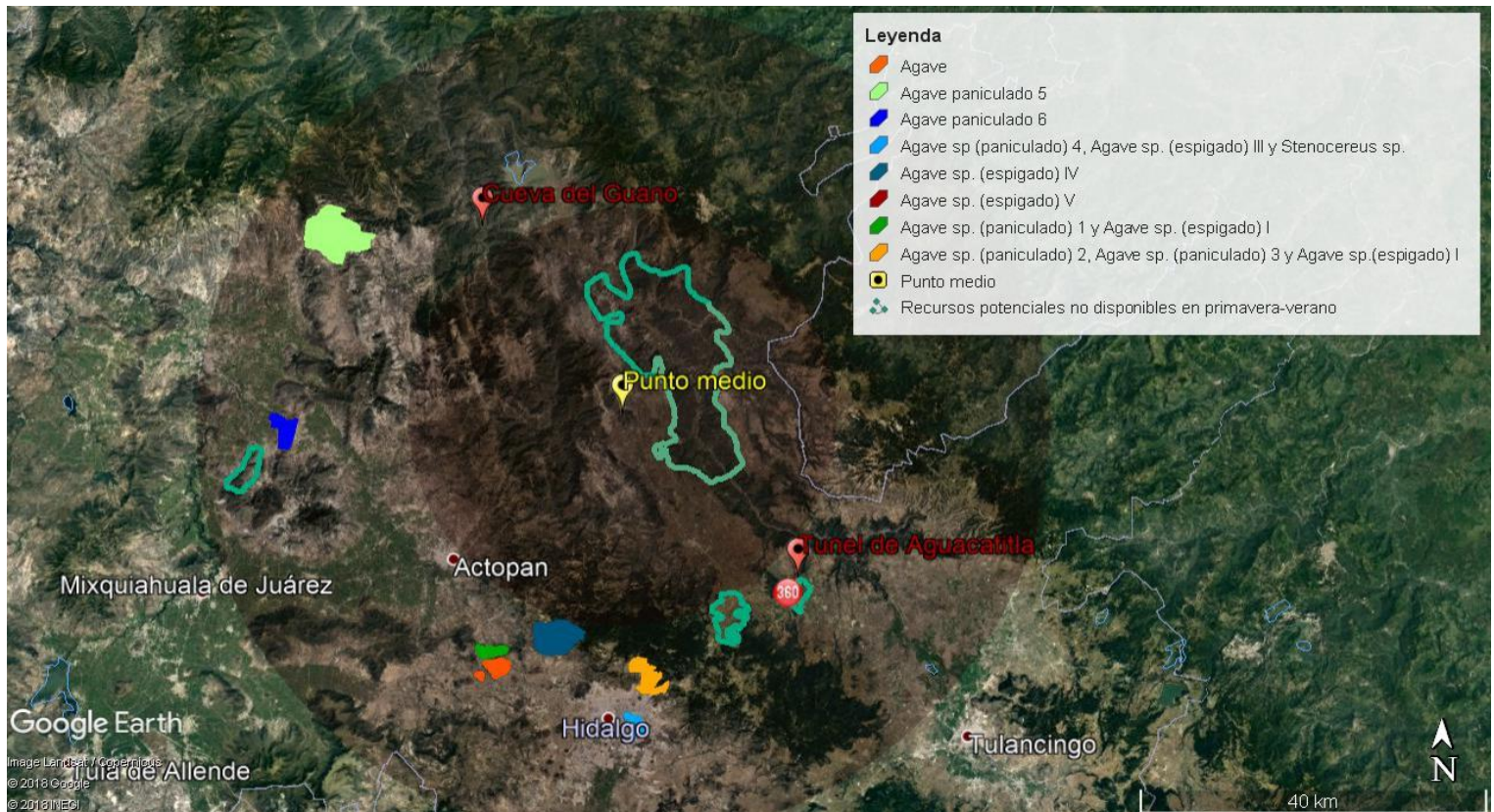


Figura 24. Disponibilidad de recursos para *Leptonycteris* en la RBBM.



*Agave*, género dominante en la dieta de *Leptonycteris* para esta zona, también fue el dominante en todas las potenciales áreas de forrajeo identificadas (Cuadro 7). Las flores de las especies de este género en conjunto representaron una fuente de alimento para *Leptonycteris* durante la temporada primavera-verano en la RBBM. El mes en el que se observó mayor cantidad de grupos en floración fue mayo, con diez, mientras que el mes con menor número fue julio, con solo dos (Figura 24). En esta zona, a diferencia de la CB, no se pudo observar un recambio tan marcado de disponibilidad de recursos en el transcurso de los meses de muestreo, por lo que simplemente se marcó la ubicación de los distintos grupos identificados (Figura 24).

#### Captura de ejemplares en forrajeo.

Entre el 17 de octubre de 2017 y el 24 de julio de 2018 se llevaron a cabo las capturas de ejemplares en forrajeo, con un esfuerzo total de muestreo de 165 horas, distribuido en 10-10.5 hrs/2 noches/sitio/mes. Se capturaron únicamente dos ejemplares de *L. yerbabuena* en el mes de octubre, siendo ambas hembras, una subadulta y una adulta preñada. Ambas fueron capturadas frente a un *Agave* en floración ubicado dentro del Balneario Santa Isabel, carretera Yauhtepec-Jojutla, Tlaltizapán, Morelos, aproximadamente a 10.25 km de la cueva del Salitre, la cual fue utilizada en los muestreos de dieta de *L. yerbabuena*. Los intentos de captura se siguieron realizando durante toda la temporada otoño-invierno y posteriormente primavera-verano de forma mensual, sin ningún nuevo éxito de captura.

## DISCUSIÓN

### Dieta

#### *Cuenca del Río Balsas (CB).*

El número de taxa de plantas identificados en la CB fue similar al alcanzado en otros estudios realizados previamente para *Leptonycteris* en esta zona (Galicia-Salinas, 2013; López, 2010; Sánchez, 2004; Sánchez y Medellín, 2007; Villalpando, 2006). *P. weberi*, *C. racemosa* e *Inga sp.* fueron nuevos registros para la dieta de *Leptonycteris* en esta zona. En particular el hallazgo de *C. racemosa* es interesante debido a que esta es una planta herbácea trepadora perteneciente a la familia Cucurbitaceae, la cual es polinizada principalmente por insectos (CDA, 2004), no obstante en la dieta de *Leptonycteris* se encontró de forma abundante. Situaciones similares se han observado con murciélagos nectarívoros y géneros de plantas como *Cordia* o *Bursera* (Quiroz et al., 1986; Villalpando, 2006), los cuales también son polinizados principalmente por insectos (Castellanos com. pers.). *C. racemosa* tuvo mayor importancia en la dieta de *Leptonycteris* en octubre, mes en el que los recursos alimenticios disponibles eran escasos (Cuadro 6). Posteriormente, cuando la abundancia de recursos en la zona despuntó, su presencia decreció de manera considerable, lo cual nos lleva a determinar que *C. racemosa* fue un recurso temporal aprovechado por *Leptonycteris* solo en tiempo de escasez.

#### *Cueva del Diablo.*

Las capturas de machos escrotados en el sitio coinciden perfectamente con los datos obtenidos en estudios realizados anteriormente en esta cueva, confirmando así su papel como refugio de apareamiento (Galicia-Salinas, 2013; López, 2010; Sánchez, 2004; Toledo, 2009).

El número de taxa identificados en la dieta (14), es un intermedio entre el número de taxa obtenidos por los otros dos estudios de dieta realizados previamente en el sitio: el

de Sánchez (2004) quien obtuvo 10 taxa, y el de López (2010) quien obtuvo 30. Al igual que en el presente estudio, López, (2010) y Sánchez (2004) establecieron al género *Ipomoea* como el más importante en la dieta de *L. nivalis*. Vale la pena señalar, sin embargo, que en estos trabajos la especie más importante fue *I. arborescens*, mientras que en el presente estudio la más importante fue *I. murucoides*. Esta diferencia puede deberse al hecho de que los granos de polen de ambas especies son muy similares: esferoidales, periporados y equidnados. No obstante, mientras que las espinas de los granos de polen de *I. arborescens* son más pequeñas, triangulares y con una punta más aguda, las de los granos de *I. murucoides* son más alargadas, grandes y con punta roma de morfología similar a la de un chupón, además de que el tamaño de los granos es considerablemente mayor (observación personal con base en muestras de referencia). La morfología de los granos encontrados en las muestras analizadas en este proyecto coincidió más con las de la segunda morfología descrita, por lo que se asumió que pertenecían a *I. murucoides*. Además, un estudio realizado de forma más reciente en la Cueva del Diablo, en el cual también se hizo uso de muestras de polen, identifica a la especie más abundante de *Ipomoea* como *I. murucoides*, respaldando el presente trabajo (Galicia-Salinas, 2013).

Como resultado final se identificaron un mayor número de taxa que en el trabajo de Sánchez (2004) y un menor número de taxa que en el trabajo de López (2010). Haber superado el número de taxa identificados por Sánchez (2004) puede deberse a un muestreo más completo que incluyó la presencia de heces, puesto que Sánchez (2004) solo incluyó el análisis de muestras de polen en pelo. Mientras que las diferencias con el estudio de López (2010) pueden deberse a recambios de los recursos disponibles en la CB a los cuales *L. nivalis* es capaz de adaptarse consumiendo lo que está disponible en el momento, debido a su capacidad de compensación de azúcares. Puesto que, aunque López (2010) identificó



un gran número de taxa que no fueron identificados en el presente estudio, a su vez taxa identificados en el presente estudio no fueron identificados por López (2010).

La diversidad baja que se obtuvo en ambos tipos de muestras era de esperarse ya que la dieta de *L. nivalis* estuvo completamente dominada por *I. muruoides* tanto en abundancia como en frecuencia de ocurrencia (Figura 2 y 3). *I. muruoides* fue el recurso más abundante y mayormente distribuido dentro de la CB durante toda la temporada de otoño-invierno (Figuras 20 y 21), por lo que era lógico que fuera el más aprovechado por *L. nivalis* durante su estancia en la zona.

#### Cueva del Salitre

Los datos de proporción de sexos registrados en el sitio coinciden con los reportados por Villalpando (2006), quien menciona una mayor abundancia de machos con respecto a las hembras en los meses invernales. Algunos de estos machos se presentaron sexualmente activos principalmente en el mes de octubre. Sin embargo, el sitio no es considerado cueva de apareamiento, sino más bien un sitio de paso para individuos que tienen como destino cuevas de apareamiento o provienen de alguna de maternidad (Villalpando, 2006). Esto se ve apoyado por el hecho de que en meses posteriores se capturaron muy pocos machos escrotados.

El número de taxa identificados en la dieta de *L. yerbabuena* en esta cueva fue mayor al registrado por Villalpando (2006). Además, las especies identificadas y los datos de frecuencia de ocurrencia fueron distintos. Villalpando (2006) reporta a *P. ellipticum*, *C. aesculifolia*, *Agave sp.*, *N. mezcalaensis*, *I. muruoides* y *O. pinnatifida* como los grupos más representativos en ese orden de importancia. Mientras que en el presente estudio las especies más importantes fueron *I. muruoides*, *C. aesculifolia*, *O. pinnatifida*, *C. racemosa*

y *P. weberi*. Estas diferencias pueden deberse, como ya se mencionó anteriormente, a un recambio en la disponibilidad de recursos en la zona. De modo que, al no tener disponibles los recursos de *P. ellipticum* y *N. mezcalaensis*, *L. yerbabuena* optó por incrementar su consumo de *I. muruoides*, la cual se presentó como el recurso más abundante durante toda la temporada (Figuras 20 y 21). Sin embargo, debido a que la concentración del néctar de esta planta no es tan alta (Galicia-Salinas, 2013) y a que *L. yerbabuena* no tiene la capacidad de compensar néctares muy diluidos (Ayala-Berdón y Shoundube, 2011; y Ayala-Berdón et al., 2008; Rodríguez-Peña et al., 2007), este quiróptero incorporó además otras especies de plantas en su dieta, tales como *C. racemosa*, *P. weberi*, *I. wolcottiana* y *C. pentandra*.

No hubo diferencia entre las muestras de pelo y de heces en cuanto a la composición de especies, pero sí en cuanto a la abundancia. Puesto que, aunque ambos tipos de muestras tuvieron una diversidad baja, las muestras de pelo presentaron una clara dominancia de *I. muruoides*, mientras que las de heces tuvieron una abundancia más distribuida entre distintas especies (Figuras 4 y 5). Con base en esto podemos deducir que, aunque *L. yerbabuena* visita una gran cantidad de flores de *I. muruoides* (por eso la abundancia de su polen en pelo), su dieta en realidad no se encuentra dominada por esta especie, dado que también ingiere los granos de polen de por lo menos otras tres especies de forma importante (Figura 5).

#### *Reserva De la Biosfera de la Barranca de Metztitlán (RBBM).*

Los datos que se tiene acerca de la dieta de *Leptonycteris* en la RBBM son muy limitados, pues existen muy pocas publicaciones a través de las cuales sabemos que este género de murciélagos se alimenta de agaves, cactus columnares, bombacáceas y convolvuláceas en la zona (Rojas-Martínez, com. pers.; Trejo, 2007; Trejo et al., 2015). En

el presente estudio los agaves fueron el género dominante en la dieta de *Leptonycteris*, tanto en abundancia como en frecuencia (Figuras 6, 7, 8 y 9). Fueron identificados además como el elemento más abundante en los muestreos de disponibilidad de recursos (Figura 25).

#### Túneles de Aguacatitla

Las capturas de hembras adultas preñadas, hembras lactantes y posteriormente subadultos de ambos sexos, corroboran que este sitio funge como refugio de maternidad para *L. nivalis* (Rojas et al., 2011). Un dato importante que vale la pena señalar es que, durante los meses de mayo y junio, cuando los individuos son principalmente hembras preñadas o lactantes, regresan de alimentarse entre las 00:00 hrs y las 2:00 hrs. Mientras que, para julio, cuando la mayoría de las crías ya son subadultas, comienzan a regresar hasta después de las 6:00 hrs. Esta conducta ha sido señalada por England (2012) como una actividad en la cual los subadultos además de forrajear hacen pequeños viajes un poco más alejados del refugio, con el fin de crear mapas mentales para reconocer la ruta migratoria que seguirán una vez que tengan que abandonarlo.

Se identificaron 34 taxa en la dieta de *L. nivalis*. Hasta el momento este es el máximo número de taxa descritos para el sitio, puesto que en trabajos anteriores únicamente se ha determinado que esta colonia se alimenta un 87% de agave, 9% de polen de cactáceas columnares y el restante 4% de su alimentación está representado por las familias *Bombacaceae*, *Convolvulaceae*, *Leguminosae* y *Pinaceae* (Rojas-Martínez com. pers). Todos los grupos anteriores, a excepción de las bombacaeas y las cactáceas, fueron identificados durante el presente estudio, agregándose además el grupo de las ceibas. Se corroboró la afirmación de que *Agave* es el grupo dominante en la dieta de *L. nivalis* en los Túneles de Aguacatitla, ya que este género represento más del 90% del total de los granos

contabilizados con una frecuencia de ocurrencia en el 100% de las muestras. Además, de los 34 taxa identificados, 16 fueron agaves. *A. salmiana*, uno de los agaves más importantes en la dieta de *L. nivalis* para este sitio, es también un importante recurso en la producción de pulque, actividad bastante conocida y realizada por los locales de pueblos aledaños a la RBBM. Esta actividad es tan difundida en la zona que justo entre los meses de abril a junio-julio se pueden observar dentro de los campos de cultivo de agave una gran cantidad de quiotes en su punto de floración, lo que brinda un recurso muy importante para el mantenimiento de la colonia de *L. nivalis* que reside en Aguacatitla.

Las muestras de polen en pelo presentaron una diversidad alta, mientras que las de heces tuvieron una diversidad baja. Esto pudo verse influenciado por el hecho de que las abundancias de los granos de polen se distribuyeron de una forma más equitativa en las muestras de polen en pelo con respecto a las de heces como se puede observar en la figura 7, donde es evidente la dominancia de *A. macroculmis*, *A. salmiana* y *Morfoespecie HID 32* en las muestras de heces. Con base en esto podemos argumentar que, aunque en esta zona *L. nivalis* visita varias plantas en busca de alimento (por eso la diversidad más alta en muestras de polen en pelo), ingiere en mayor cantidad el polen de unas cuantas, mostrando al mismo tiempo su efectividad como dispersor de polen, al acarrear en su pelo el polen de una gran variedad de especies.

#### Cueva del Guano.

En este sitio la mayoría de los machos capturados presentaron testículos escrotados y su proporción fue mayor con respecto a las hembras. Esto coincide con los datos de Escorcia (2008), quien reporta una mayor cantidad de machos con respecto a las hembras entre mayo y julio, los cuales además se presentan sexualmente activos. Estos a su vez coinciden con lo obtenido por Villalpando (2006) en la Cueva del Salitre para estos meses.

Haciendo una comparativa entre los dos trabajos tenemos que ambos autores mencionan además una gran cantidad de hembras preñadas en ambas cuevas, entre septiembre y noviembre. Por lo que se puede argumentar que ambas cuevas juegan un papel similar para *L. yerbabuena* como un sitio de paso para los individuos que tienen como destino alguna cueva de maternidad o apareamiento, albergando individuos de la especie durante todo el año.

En el tema de alimentación tenemos que hasta el momento no existen publicaciones acerca de la dieta polinívora de *L. yerbabuena* en este sitio, por lo que los datos obtenidos en este estudio son los primeros. El grupo dominante en la dieta fue *Agave*, el cual representó más del 95% del total de los granos de polen contabilizados y estuvo presente en el 100% de las muestras (Figuras 8 y 9). En otras zonas con tipos de vegetación similares al de la RBBM, como la Reserva de la Biosfera de Tehucán-Cuicatlán y el noreste de México, se han obtenido datos similares donde el género *Agave* juega un papel importante en la dieta de *L. yerbabuena* (Molina-Freaner y Eguiarte, 2003; Rojas, 1996). No obstante, este es el primer trabajo donde se reporta una dominancia tan grande de *Agave* en la alimentación de este quiróptero. *A. salmiana* y *A. horrida* fueron las especies más importantes en la dieta de *L. yerbabuena* para este sitio, ambas empleadas en la producción de bebidas alcohólicas, y en el caso de *A. salmiana* este fue un importante recurso también para *L. nivalis* en la RBBM. Con base en esto se hace evidente la importancia que para la conservación de *Leptonycteris* tiene el dejar florecer una cantidad considerable de agaves en los campos de cultivo de las industrias productoras de bebidas alcohólicas elaboradas a partir del agave.

Al igual que sucedió con *L. nivalis* en los Túneles de Aguacatitla, las muestras de polen en pelo presentaron una diversidad alta, mientras que las de heces tuvieron una

diversidad baja, estas últimas con una clara dominancia de *A. salmiana*, *A. horrida* y Morfoespecie HID 28 (Figura 9). Tal y como ya se había argumentado para *L. nivalis*, esta situación puede deberse al hecho de que los individuos visitan varias especies de plantas, pero ingieren en mayor cantidad el polen de un pequeño grupo de ellas.

Sobrelapamiento de dieta entre *L. nivalis* y *L. yerbabubuenae*.

*Curvas de acumulación de especies.*

En casi todos los análisis el modelo de Chao 1 alcanzó una eficiencia de muestreo del 100% (Cuadros 4 y 5). Esto nos indica que, aunque la toma de ambos tipos de muestras es complementaria y brinda una información mucho más completa, la toma individual de muestras de polen en pelo o de heces también es eficiente para poder determinar la composición de la dieta de *Leptonycteris*.

*Muestras de pelo.*

En la CB se analizaron 75 muestras de dieta para *L. nivalis* y 75 para *L. yerbabubuenae*, y la asíntota se alcanzó con aproximadamente 70 en ambos casos (Figuras 10 y 12). Para *L. nivalis* en la RBBM, se analizaron 45 muestras, pero la asíntota se alcanzó desde la 35 (Figura 14). En estos tres casos el esfuerzo de muestreo fue el suficiente para registrar todas las especies posibles e incluso sobrepasó las muestras requeridas para llevar a cabo un buen análisis. En el caso de la dieta de *L. yerbabubuenae* en la RBBM se encontraron las 32 especies predichas por el estimador de Chao 1, sin embargo, la curva de acumulación de especies comenzó a alcanzar la asíntota hasta las 44 muestras (Figura 16), por lo que en este caso sería necesario aumentar a 60 el número de muestras analizadas para alcanzar bien la asíntota en la curva de acumulación de especies.

### Muestras de Heces

Con heces el número de muestras necesarias para alcanzar la asíntota aumentó, de modo que en la CB el promedio de muestras analizadas para obtener un muestreo 100% eficiente fue de 135 (Figuras 11 y 13), mientras que en la RBBM el promedio de muestras analizadas necesarias para alcanzar la asíntota fue de 68 (Figuras 15 y 17). En todos los casos el esfuerzo de muestreo fue el suficiente para registrar todas las especies posibles e incluso sobrepasó las muestras requeridas para llevar a cabo un buen análisis.

### *Especies compartidas, exclusivas e Índice de Pianka.*

#### Cuenca del Río Balsas (CB).

De las 16 especies identificadas en la dieta de *Leptonycteris* para la CB, 14 fueron compartidas y dos exclusivas de *L. yerbabuena*: *Inga sp.* y *P. weberi*. *Inga sp.* se presentó en muy baja proporción, por lo que podría ser considerada como un contaminante. No obstante, *P. weberi* si fue un elemento importante y, pese a que se observaron pocos individuos en floración (Cuadro 6), *L. yerbabuena* explotó este recurso en cuanto estuvo disponible, mientras que *L. nivalis* ni siquiera lo incorporó. Otro recurso que, aunque consumido por ambas especies, fue mucho más utilizado por *L. yerbabuena*, fue el género *Ceiba*, del cual también se observaron pocos ejemplares en floración (Figuras 4 y 5, y Cuadro 6). Estos dos grupos de plantas en específico, tanto ceibas como cactus columnares con síndromes de quiropterofilia, se caracterizan por tener néctares mucho más concentrados y una mayor tasa de producción de néctar por noche (Castillo y Treviño, 2009; Gribel et al., 1999; Nassar, 1997) con respecto a otros grupos de plantas como las ipomoeas (Galicia-Salinas, 2013). Por lo que es lógico que *L. yerbabuena* explote al máximo este tipo de recursos que son de mayor calidad cuando están disponibles, debido a su poca capacidad de compensación ante la alta ingesta de néctares demasiado diluidos. Mientras que *L. nivalis* al ser capaz de compensar los néctares diluidos con una mayor o menor ingesta de estos, puede alimentarse del recurso más abundante y cercano

independientemente de la concentración de su néctar. Todo ello se ve reflejado entonces en una mayor diversidad de especies en la dieta de *L. yerbabuena* y una mayor distribución de la densidad de granos de polen entre las distintas especies de plantas que la componen, en contraste con una dieta menos diversa y dominada por una sola especie como la de *L. nivalis*.

Como producto de lo anterior el solapamiento entre ambas dietas fue muy bajo. Téllez (2001) ya hace mención de la existencia de una posible segregación alimenticia entre estos dos quirópteros, en la cual *L. nivalis* tiende a alimentarse más de plantas tipo CAM, mientras *L. yerbabuena* lo hace más de plantas tipo C<sub>3</sub>. Sin embargo, de acuerdo a lo obtenido en los resultados del presente estudio, independientemente de la proporción, ambos quirópteros se alimentan de las mismas especies de plantas tanto tipo CAM como tipo C<sub>3</sub>. Por lo que la idea de una segregación alimenticia dada por el consumo de uno u otro grupo funcional o incluso por el consumo del néctar de distintas especies de plantas queda completamente descartado, rechazándose la idea de una segregación alimenticia por competencia. Pese a ello, el poco solapamiento entre ambas dietas es latente, siendo evidente que este es producido entonces por la diferencia en cuanto a la proporción en el consumo de uno u otro recurso alimenticio por parte de estos quirópteros. Con ello se demuestra que, aunque estos murciélagos se alimentan casi de las mismas especies de plantas, no lo hacen en las mismas proporciones, debido a que, como se acaba de hacer mención, *L. yerbabuena* busca consumir los recursos de “mayor calidad”, mientras que *L. nivalis* puede hacer uso del recurso más abundante.

#### [Reserva de la Biosfera de la Barranca de Metztitlán \(RBBM\).](#)

De las 35 especies identificadas en la dieta de *Leptoncteris* para la RBBM 32 fueron consumidas por ambas especies, 2 exclusivas de *L. nivalis* (*Agave sp. III* y *Agave mapisaga*)



y una de *L. yerbabuena* (*P. marginatus*). A diferencia de la CB, en esta zona ambas dietas estuvieron completamente dominadas por el mismo género, *Agave*, durante toda la temporada de muestreo (Figuras 6, 7, 8 y 9). Arita (1991) ya mencionaba una posible correlación entre agaves y los murciélagos del género *Leptonycteris* debido a sus distribuciones compartidas. Posteriores al trabajo de este autor se han realizados varios estudios que reportan a *Agave* como un recurso principal en la dieta de *L. nivalis* (López, 2010; Sánchez y Medellín, 2007; Sánchez, 2004; Rojas, 1996). Sin embargo, en la dieta de *L. yerbabuena* este género de plantas no se ha reportado como un recurso tan abundante (Rojas Martínez et al., 2012; Molina-Freaner y Eguiarte, 2003; Rojas, 1996), posiblemente debido a que la concentración de azúcar en su néctar no es muy alta (Castillo y Treviño, 2009; Gómez y Morales, 2005) y por lo tanto no es la idónea para *L. yerbabuena*. Sin embargo, en el presente trabajo los agaves fueron registrados como el principal recurso en la dieta de este quiróptero. Una explicación para esto es que, al igual que ocurrió en la CB con *Ipomoea*, en la RBBM los agaves fueron el recurso más abundante y en este caso prácticamente el único disponible con base en lo observado en los muestreos de disponibilidad de recursos (Figura 20). Por lo que *L. yerbabuena* lo incorporó en su dieta como elemento principal, equilibrando la falta de azúcares en su néctar con el consumo y máxima explotación de otras plantas con néctares más concentrados, como *P. marginatus*, así como el consumo de frutos e insectos, los cuales fueron encontrados exclusivamente en las heces de *L. yerbabuena*.

Como resultado de este gran consumo de agave por parte de ambos *Leptonycteris*, el solapamiento en su dieta fue mayor al observado en la CB, por lo que se puede decir que en la RBBM *L. nivalis* y *L. yerbabuena* se alimentan de las mismas especies de plantas en las mismas proporciones, descartándose la idea de una segregación alimenticia.

#### Comparación con otros estudios.

Comparando el presente trabajo con otros estudios de solapamiento de dieta entre quirópteros nectarívoros, tenemos que Sosa y Soriano (1993) mencionan un solapamiento alto entre *L. yerbabuenae* y *G. longirostris* en Venezuela. En las Grutas de Juxtlahuaca, México, Quiroz et al. (1986) reportan que cuando *L. yerbabuenae* arriba al sitio para tener a sus crías en los meses otoñales desplaza de forma alimenticia a *G. soricina*, de modo que esta última pasa de una dieta polinívora a una insectívora. De Santiago (2013) reporta la misma situación para *L. yerbabuenae* y *G. soricina* en la Reserva de Chamela-Cuixmala, México, en donde además se observan conductas de agresión por parte de *L. yerbabuenae* hacia *G. soricina*. En el presente estudio no se identificó desplazamiento por parte de ninguna de las especies, ya que ambas se alimentaron casi de los mismos grupos de plantas y lo que difirió fue la proporción consumida. La abundancia en la disponibilidad de los recursos alimenticios y la capacidad de compensación de azúcares de *L. nivalis* se han identificado como las razones principales para la falta de competencia entre estos quirópteros, puesto que *L. nivalis* enfoca su consumo en las especies de plantas más abundantes, dejando las plantas más escasas, pero con néctares de mayor concentración disponibles para *L. yerbabuenae*. Este hecho no pudo haberse dado con *L. yerbabuenae* y *G. soricina*, ya que ambos son incapaces de llevar a cabo dicha compensación, por lo que buscan competir por los mismos recursos (Ayala-Berdon, 2008; Ayala-Berdon y Schondube, 2011; Rodríguez-Peña et al., 2007). Y al ser *L. yerbabuenae* el competidor de mayor tamaño y capacidad, *G. soricina* se ve obligado a explotar otro tipo de recursos (Quiroz et al., 1986). En su trabajo Sosa y Soriano (1993) mencionan un amplio solapamiento entre *L. yerbabuenae* y *G. longirostris*. No obstante, los autores solo comparan a nivel de familia los granos de polen, frutos e insectos consumidos por ambas especies, por lo que tal vez un análisis más completo y detallado de la dieta, definiendo a

nivel de especie los recursos ingeridos por ambos quirópteros, arrojaría resultados distintos a los reportados.

Finalmente vale la pena mencionar que tanto en la RBBM como en la CB los cactus columnares estuvieron ausentes en la dieta de *L. nivalis*, formando parte únicamente de la dieta de *L. yerbabuena*. El hecho de que en ambas zonas los cactus columnares sean particulares de *L. yerbabuena* nos sugiere una tendencia de correlación entre cactus columnares y *L. yerbabuena*. Los cactus columnares son un grupo dominante en zonas áridas y semiáridas de México, ambientes que han sido propuestos como típicos e idóneos para *L. yerbabuena* (Arita, 1991; Valiente-Banuet et al., 1997; Valiente-Banuet y Ezcurra, 1991). De modo que al estar ambos grupos haciendo uso del mismo ambiente al mismo tiempo, y al brindar los cactus columnares un néctar de gran contenido energético se pudo generar entre ellos una correlación que se extrapolo a otros ambientes.

#### *Índice de Jaccard e Índice de Morisita-Horn.*

Mediante el uso de los índices se observó que las dietas *L. nivalis* y *L. yerbabuena* presentan una mayor similitud en la RBBM con respecto a la CB, puesto que en la primera los valores de similitud fueron cercanos a 1 para ambos índices (Jaccard=0.971, Morisita-Horn= 0.850), mientras que en la segunda el valor más alto, obtenido con el Índice de Jaccard, apenas rebasó el 0.85. Esto era de esperarse, dado que en la RBBM el grado de solapamiento entre ambas dietas fue considerablemente mayor al obtenido para CB.

Tanto en la CB como en la RBBM las diferencias en cuanto a la frecuencia de ocurrencia entre las dietas de *L. nivalis* y *L. yerbabuena*, obtenidas con base en el Índice de Jaccard, fueron menores a las observadas en cuanto a las abundancias, obtenidas con base en el Índice de Morisita-Horn. Con ello se respalda la idea de que las dietas de *L.*

*nivalis* y *L. yerbabuena* tienen una composición bastante similar en ambas zonas, y lo que las diferencia es la proporción que cada especie de murciélago consume de cada especie de planta.

Disponibilidad de recursos.

*Cuenca del Balsas.*

Todos los géneros y especies identificados durante los muestreos de disponibilidad de recursos en la CB, a excepción de *P. ellipticum* y *A. horrida*, fueron consumidos por ambas especies de *Leptonycteris* (Figuras 2,3, 4 y 5 y Cuadro 6). La ausencia de *P. ellipticum* en la dieta de *Leptonycteris* puede deberse a la poca disponibilidad de individuos en floración que se encontraron durante los muestreos de disponibilidad de recursos (Cuadro 6). Mientras que la ausencia de *A. horrida* pudo deberse a un desfase entre la floración de la planta y la temporada de muestreo de este estudio (Figura 20 y Cuadro 6).

Diciembre fue el mes en el que se observaron una mayor cantidad de áreas con recursos disponibles (Cuadro 6), con *Ipomea* presente en la mayoría de ellas (Figuras 23 y 24). Esto coincide con el pico de abundancia de *L. nivalis* en la Cueva del Diablo, cuya población se ha estimado hasta en 8000 individuos para este mes (Toledo, 2009).

En la Cueva del Salitre sucede todo lo contrario, ya que es en diciembre precisamente cuando la colonia de *L. yerbabuena* decrece de aproximadamente 52000 individuos registrados en agosto, a tan solo 10000 (Villalpando, 2006). Esto podría estar relacionado con el tipo de recursos disponibles en la zona, que no son los óptimos para *L. yerbabuena* en cuanto a concentración de azúcar en néctar, puesto que en diciembre aún no existe disponibilidad de *P. weberi* y se observan muy pocas ceibas en floración (Figura

20). En enero, cuando estos dos grupos de plantas comienzan a producir flores (Figura 21), el número de individuos de *L. yerbabuena* reportado en la Cueva del Salitre por Villalpando (2006) aumenta a casi 35000. En meses posteriores a febrero Villalpando (2006) reporta una presencia constante de *Ceiba* en la dieta de *L. yerbabuena*, así como la aparición de *N. mezcalaensis*, especie registrada sin floración durante los muestreos del presente estudio, puesto que su época de floración ha sido reportada entre abril y junio (Valiente-Banuet et al., 1997). Toda esta abundancia de recursos con néctares altamente concentrados coincide perfectamente con el aumento de individuos en la colonia de *L. yerbabuena* que habita esta cueva entre finales de marzo y principios de septiembre (Villalpando, 2006), época en la que además *Ipomoea* no es un recurso disponible en la zona (Galicia-Salinas, 2013). De este modo podemos observar que otro de los factores que favorece la coexistencia de *L. nivalis* y *L. yerbabuena* en la CB, y la ausencia de competencia entre ellas, es el decrecimiento en la población de *L. yerbabuena* en la Cueva del Salitre, el cual a su vez estaría relacionado con la falta de recursos adecuados para esta especie. Así mismo queda claro que aunque *Ipomoea* es importante para *L. yerbabuena* durante el otoño-invierno, en general no es su principal recurso alimenticio en la CB. Mientras que para *L. nivalis* este género de convolvuláceas sí juega un papel clave como alimento durante toda su estancia en la zona.

#### *Reserva de la Biosfera de la Barranca de Metztitlán.*

El único género identificado como disponible en la RBBM, a excepción de algunos individuos de *Stenocereus*, fue *Agave*, el cual estuvo presente en todas las áreas de estimación de recursos. Esto coincidió perfectamente con los resultados de dieta obtenidos para ambas especies de *Leptonycteris* en la zona.

La gran abundancia de recursos entre mayo y junio en la RBBM (Cuadro 7) coincide con la época en la que las hembras del Túnel de Aguacatitla ya han dado a luz a gran parte de sus crías, estimándose en estos meses números que van de los 7489 a los 13596 individuos (Rojas-Martínez et al., 2011; Rojas-Martínez et al., 2010). Posteriormente en julio, cuando se observó un decremento en la disponibilidad de recursos, las crías ya son capaces de volar por sí mismas y muchos de los individuos comienzan a abandonar el refugio a finales de este mes y principios de agosto (Rojas-Martínez et al., 2010), observándose una sincronización entre la presencia de *L. nivalis* en la RBBM con respecto a la disponibilidad del género *Agave* en esta zona.

La colonia de *L. yerbabuenae* en la Cueva del Guano tiene su mayor tamaño poblacional precisamente en julio, con aproximadamente 48023 integrantes (Escorcia, 2008). Aquí se observa un patrón muy similar al de la CB, donde cuando la cantidad de agaves con flor (en lugar de ipomoeas) decrece, la colonia de *L. nivalis* abandona la zona, aumentando de esta forma el tamaño poblacional de *L. yerbabuenae*. No obstante, para este sitio no existen documentos o artículos publicados de la dieta de *L. yerbabuenae* después de julio o antes de mayo, así como tampoco hay otros estudios de disponibilidad de recursos, por lo que se vuelve complicado hacer teorías acerca de lo que ocurre con *L. yerbabuenae* después que *L. nivalis* abandona la barranca.

#### Capturas en forrajeo.

Las capturas en forrajeo fueron poco exitosas pues, aunque se intentaron durante todos los meses de muestreo, solo en octubre se lograron capturar dos individuos de *L. yerbabuenae*. Otros trabajos realizados en la Reserva de la Biosfera de la Tehuacán-Cuicatlan y la RBBM han reportado la captura de una cantidad considerable de

*Leptonycteris* (Arias-Coyotl et al., 2006; Rojas, 1996; Trejo, 2007; Trejo et al., 2015). Sin embargo, aunque se siguieron todas sus recomendaciones como la colocación de redes frente a las plantas más vigorosas localizadas en los parches con mayor cantidad de recursos disponibles y mantener las redes abiertas durante toda la noche, las capturas fueron poco exitosas. Para la CB Galicia-Salinas (2013) ya había intentado estas capturas sin éxito alguno. El autor del estudio y la presente coincidimos en la opinión de que el fracaso de estos intentos se debió a que el número de plantas con recursos disponibles fue tan grande en comparación con el número de redes colocadas que la probabilidad de que los quirópteros forrajearan cerca de estas fue muy baja y al ver las redes los murciélagos simplemente las evitaban.

## CONCLUSIONES

### Dieta

- *I. murucoides* es la especie más abundante e importante en la dieta de *Leptonycteris* en la CB durante la temporada otoño-invierno.
- *Agave* es el grupo más abundante e importante en la dieta de *Leptonycteris* en la RBBM durante la temporada primavera-verano.
- Debido a su capacidad de compensación de azúcares, *L. nivalis* es capaz de consumir el néctar de cualquier especie de planta que pueda representar un recurso alimenticio para ella en la CB, con una alta preferencia por *I. murucoides* durante el otoño-invierno debido a que este es el recurso más abundante y ampliamente distribuido en la zona.
- Al igual que *L. nivalis*, *L. yerbabuena* es capaz de consumir el néctar de otras especies de plantas en ausencia de sus recursos principales. Sin embargo, siempre busca compensar el consumo de néctares más diluidos explotando al máximo los pequeños grupos de plantas con néctares de mayor concentración.

### Sobrelapamiento de dieta entre *L. nivalis* y *L. yerbabuena*

- En la CB se comprueba la predicción de que *L. nivalis* y *L. yerbabuena* se alimentan de las mismas especies de plantas. Sin embargo, la predicción de un alto sobrelapamiento de dieta se rechaza, ya que existe una segregación alimenticia dada por la diferencia en la proporción que cada especie de quiróptero consume de cada especie de planta.



- En la RBBM se comprueba la predicción de que *L. nivalis* y *L. yerbabuena* se alimentan del néctar y polen de las mismas especies de plantas. Así mismo se comprueba la predicción de un solapamiento de la dieta.
- La capacidad de compensación de azúcares de *L. nivalis* y la alta disponibilidad de recursos, tanto en la CB como en la RBBM, favorecen la coexistencia de ambos quirópteros en estas dos zonas.
- *Leptonycteris nivalis* posee una capacidad fisiológica de compensación de azúcares que le permite ingerir néctares a distintas concentraciones, regulando el exceso o falta de azúcar en el néctar con la cantidad consumida de este. Mientras que *L. yerbabuena* se vale de distintas estrategias conductuales de selección de recursos para poder compensar el consumo de estos néctares de baja concentración.
- *Leptonycteris yerbabuena* utiliza distintas estrategias para compensar el consumo de néctares diluidos. En la CB realiza una amplia búsqueda y explotación de las especies de plantas con néctares concentrados tales como cactus columnares o ceibas. Mientras que, en la RBBM, al no haber tanta disponibilidad de estos grupos, opta por el consumo de frutos e insectos.

#### Disponibilidad de recursos.

- La alta disponibilidad de *I. murucoides* en la CB se relaciona con la presencia de *L. nivalis*. Mientras que en la RBBM la presencia de esta especie se relaciona con la alta disponibilidad del género *Agave*.

- La poca cantidad de individuos de *L. yerbabuena* en la CB en otoño-invierno se relaciona con la baja disponibilidad de recursos alimenticios con néctares concentrados. lo cual a su vez favorece su coexistencia con *L. nivalis*.

## CAPÍTULO II. REFUGIOS HISTÓRICOS DE *Leptonycteris nivalis* EN EL CENTRO DE MÉXICO

### INTRODUCCIÓN.

*Leptonycteris nivalis* fue descrita por primera vez por Saussure (1860) en la zona límite del volcán Pico de Orizaba en Veracruz. Es la más grande dentro de la subfamilia Glossophaginae en México (Arita, 2005) y a diferencia de los otros glossophaginos su hocico no es tan alargado (Arita, 2005; Hensley y Wilkins, 1988; Vaughan et al., 2011). Como características diagnósticas *L. nivalis* presenta un puente palatino ancho y borde del palatino en forma de U, un uropatagio angosto con un fleco notorio de pelaje largo (de 3 a 4 mm) y delgado, las tres falanges del tercer dedo de mayor tamaño que el tercer metacarpal (en conjunto miden más de 105 mm), y un antebrazo que mide normalmente más de 55 mm (Arita y Humphrey, 1988; Davis y Carter, 1962; Hoffmeister, 1957; Medellín et al., 2008; Watkins et al., 1972). Muchos de los ejemplares de la especie presentan además perforaciones en el paladar producidas por ácaros macronísidos (Jones y Genoways, 1970) lo cual funciona como carácter de prueba, pero no es diagnóstico debido a que no todos los individuos lo presentan (Arita y Humphrey, 1988).

*Leptonycteris nivalis* es una especie migratoria que se distribuye desde el centro de México hasta el sur de Estados Unidos (Arita, 1991; Arita y Humphrey, 1988). Durante la temporada otoño-invierno permanece en el centro de México en la zona sur de la Faja Volcánica Transmexicana, encontrándose en los extremos de su distribución los estados de Morelos y Guerrero (Arita, 2005; Arita y Humphrey, 1988). A finales de febrero la mayor parte de la especie abandona sus refugios sureños y emprende un viaje hacia el norte de México y sur de Estados Unidos (Galicia-Salinas, 2013; López, 2010; Sánchez, 2004; Toledo, 2009), de modo que en primavera-verano *L. nivalis* ocupa el Desierto

Chihuahuense y una pequeña área del sur de Texas dentro del Parque Nacional Big Bend, así como en unas cuantas localidades al sureste de Nuevo México en las Montañas del Peloncillo y las Animas (Adams, 2015; Ammerman, 2009; Arita y Humphrey, 1988; Easterla, 1972; Hoyt et al., 1994). A finales de septiembre la especie comienza a abandonar sus refugios en el norte, emprendiendo de nuevo su migración hacia el centro de México (Ammerman et al., 2009; Moreno-Valdez et al., 2004).

*Leptonycteris nivalis* es una especie amenazada en México y en peligro de extinción en Estados Unidos. Una de las mayores amenazas que enfrenta esta especie son los disturbios antropogénicos que ocurren dentro de sus refugios. El Plan de Recuperación de *L. nivalis* considera como unos de sus principales puntos la búsqueda, protección y monitoreo de los sitios utilizados como refugio por la especie, enfatizando que la protección de estos es un paso crucial en su conservación y recuperación (USFW, 1994). Sin embargo, aunque se tiene conocimiento de una cantidad considerable de sitios que podrían ser refugios para esta especie, son pocos los que actualmente se encuentran bajo algún programa de monitoreo o protección. Además, la mayoría de estos sitios no han sido visitados desde hace al menos 12 años, por lo que no se sabe si *L. nivalis* sigue habitándolos.

Por medio del presente trabajo se realizó una búsqueda de *L. nivalis* en sitios reportados como refugios para la especie en la zona centro de México, los cuales no han sido visitados hace al menos 12 años. Con esto busco corroborar la presencia/ausencia de la especie, al mismo tiempo que se brindó un reporte de las amenazas antropogénicas observadas para cada uno de ellos. De esta manera se contribuye al punto 1.3 del Plan de Recuperación de *L. nivalis*, el cual hace alusión a la localización de posibles sitios de percha de la especie para la su protección y monitoreo.

## ANTECEDENTES.

### Refugios de *L. nivalis* conocidos.

Actualmente se tiene conocimiento de 30 sitios que han sido reportados como refugio para *L. nivalis* (Caballero, 2004; Galicia-Salinas, 2013; López, 2010; Sánchez, 2004; Téllez, 2001; Torres, 2014). La mayoría de ellos pertenecen únicamente a reportes hechos por algún colector y posteriormente no se supo nada más (Cuadro 8), y son pocos en los que realmente se han llevado a cabo estudios más a fondo. A algunos de ellos se les ha dado prioridad y se encuentran bajo protección o monitoreo, mientras que otros, aunque han sido estudiados, en la actualidad no cuentan con ningún grado de protección y tampoco se encuentran bajo monitoreo.

### *Región Central de México.*

#### Túnel de Aguacatitla, Huasca de Ocampo, Hidalgo, México.

El sitio fue descubierto y reportado como refugio de maternidad en 2007 por Rojas-Martínez et al. (2011). Los autores mencionan la presencia de hembras gestantes y hembras lactando, así como de algunos juveniles de ambos sexos entre marzo y agosto. Aquí se han realizado algunos conteos preliminares de la colonia en los que se determinó un tamaño poblacional que fluctúa entre los 8000 y los 14000 individuos, presentando su mayor volumen en el mes de mayo (Rojas-Martínez et al., 2010). El túnel de Aguacatitla se localiza dentro de la Reserva de la Biosfera de la Barranca de Metztitlán, por lo que está protegido por las leyes federales que regulan las Reservas de la Biosfera en México. Adicionalmente los administradores del parque ecoturístico participan activamente en la protección de la colonia controlando el acceso al túnel, el cual solamente se puede visitar acompañado por un guía quien se encarga de que los grupos de bebés no sean perturbados. Todo lo anterior bajo la asesoría del Dr. Rojas-Martínez de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, quien, además, en conjunto con sus estudiantes realiza visitas anuales al sitio durante los meses en los que la colonia se establece en el túnel.

#### Cueva del Diablo, Tepoztlán, Morelos, México.

La Cueva del Diablo es el sitio más conocido y estudiado en México. En el se han realizado una gran variedad de trabajos que van desde dieta (López, 2010; Sánchez, 2004), pasando por reproducción (Toledo, 2009) y modelo de nicho ecológico (Torres, 2014), hasta capacidad de carga del ambiente para soportar a la población de *L. nivalis* que reside en el sitio (Galicia-Salinas, 2013). La llegada de la especie al sitio varía año con año, pues hay quienes la reportan desde finales de agosto (Téllez, 2001), mientras que otros mencionan que se puede encontrar en el sitio desde julio (Toledo, 2009), e incluso hay quienes reportan un pequeño grupo de individuos que residen todo el año en la cueva (López, 2010). No obstante todos coinciden en que la población aumenta significativamente entre los meses de octubre, noviembre y diciembre, con un aproximado de entre 3000 y 4000 individuos (Caballero, 2004; Galicia-Salinas, 2013; López, 2010; Téllez, 2001). En meses posteriores la cantidad de individuos comienza a decrecer, y para finales de febrero la población ha abandonado casi por completo el sitio (López, 2010; Téllez, 2001). La Cueva del Diablo ha sido determinada como la única cueva de apareamiento de *L. nivalis* conocida hasta el momento (Téllez, 2001; Toledo, 2009). Actualmente el Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres (LECVT) de la UNAM realiza un monitoreo anual de la colonia de *L. nivalis* que habita en esta cueva durante la temporada otoño-invierno.

#### Cueva de la Peña, Valle de Bravo, Estado de México, México.

En esta cueva se ha realizado únicamente el trabajo de Téllez (2001). Entre 1998 y 2000 el autor menciona la llegada de *L. nivalis* en el mes de septiembre, con el mayor tamaño poblacional (200 individuos) alcanzado entre los meses de noviembre y diciembre, y es hasta junio que la colonia abandona por completo el sitio. El autor sugiere a la Cueva de la Peña como una nueva cueva de apareamiento, ya que durante su estudio encontró machos con testículos escrotados más o menos en los mismos meses que en Cueva del

Diablo. Además, en febrero reporta la presencia de hembras preñadas. Sin embargo, en el sitio no se realiza ningún monitoreo y nunca se llegó a confirmar si representaba o no un refugio de apareamiento para *L. nivalis*.

#### Cueva de San Lorenzo, Tehuacán, Puebla, México.

En este lugar la presencia de *L. nivalis* se ha datado entre mayo y julio (López, 2010; Téllez, 2001), con una mayor abundancia de individuos en el primer mes, en el cual cuenta con aproximadamente 2000 ejemplares (Téllez, 2001). La presencia de *L. nivalis* en el sitio se ha correlacionado con la floración de los agaves en la zona, pues sólo cuando hubo floración de las plantas de este género se encontró a *L. nivalis* haciendo uso de la cueva. Por ello se considera que la cueva es un refugio temporal de verano para la especie, ya que además no se han capturado individuos sexualmente activos (López, 2010; Téllez, 2001). Al encontrarse la cueva dentro de la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán esta se encuentra protegida las leyes federales que regulan las Reservas de la Biosfera en México (López, 2010). En la actualidad esta cueva se encuentra sumamente amenazada por la perturbación humana (Rojas-Martínez com. pers.).

#### Grutas de Xoxafi, Santiago de Anaya, Hidalgo, México.

Álvarez y González (1970) reportan la presencia de *L. nivalis* en el sitio. Sin embargo, el trabajo de López (2010) menciona la captura de únicamente cuatro ejemplares durante todo un año de muestreo. El sitio se encuentra a cargo de la Secretaría de Turismo del Estado de Hidalgo y la zona pertenece a la RTP Sierra Gorda-Río Moctezuma (López, 2010), por lo que se encuentra protegido.

Cuadro 8. Sitios en los que los reportes de la presencia de *L. nivalis* se limita a captura de ejemplares que fueron depositados en distintas colecciones o a simples avistamientos.

Sitio	Coordenadas	Tipo de cueva	Fuente(s)
Cueva Azul, Zacatecas. México.	-	Desconocido	Colección del Museo Alfonso Luis Herrera, Facultad de Ciencias, UNAM (2002).
Cueva del Guano, Durango. México.	25° 22' 30" N; 103° 51' 55" O	Desconocido	Colección regional de Durango, UAD (2006).
Cueva del Ferrocarril, San Juan Tlacotenco, Morelos. México.	19° 00' 50.4" N; 99° 05' 40.1" O	Desconocido	Colección del Museo Alfonso Luis Herrero. Facultad de Ciencias. UNAM (1978, 1981).
Cueva de la Chichihuateca, Morelos. México.	-	Desconocido	Colección Nacional de Mamíferos, IB (1973).
Cueva de Los Coyotes, Los Amoles, San Luis Potosí. México.	22° 49' 36" N; 100° 19' 27" O	Desconocido	Smithsonian (1983).
Cueva del Salitre. Ticumán, Morelos. México.	18° 47' 22.92" N; 99° 09' 12.24" O	Desconocido	Colección Nacional de Mamíferos, IB (1962); American Museum of Natural History (1962).
Cueva El Amate, Morelos. México.	18° 56' 60" N; 99° 15' 00" O	Desconocido	Mammalogy Collection - Royal Ontario Museum (1971); Computarización de las colecciones de vertebrados terrestres de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN (1974).
Cueva El Chiquihuite, Zacatecas. México.	-	Desconocido	Colección del Museo Alfonso Luis Herrera, Facultad de Ciencias, UNAM (2000-2002); Sánchez (2004)
Cueva El Coyote. Tonicaco. Estado de México. México.	-	Desconocido	Torres (2014)
Cueva El León, El Calvillo, Aguascalientes. México.	21° 56' 21" N; 102° 47' 49" O	Desconocido	Base de datos Aguascalientes, UAA (1980).
Cueva El Murciélago, El Calvillo, Aguascalientes. México.	21° 56' 21" N; 102° 43' 6.9" O	Desconocido	Base de datos Aguascalientes, UAA (1980).
Cueva la Fábrica, Colima. México.	19° 09' 28" N; 103° 47' 0.9" O	Desconocido	Colección del Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres, UNAM.



Cueva la Joya Honda, General Zaragoza, Nuevo León. México.	23° 58' 19" N; 99° 46' 11" O	Desconocido	Colección Mamíferos de Nuevo León, UANL (1968).
Mina de los Guzmán, Doctor Arroyo, Nuevo León. México.	23° 40' 8.4" N; 100° 10' 33" O	Desconocido	Colección Mamíferos de Nuevo León, UANL (1968).
Mina de San Pedro de la Anondas, San Luis Potosí. México.	21° 48' 12" N; 99° 02' 53" O	Desconocido	Smithsonian (1983).
Mina de Todos los Santos, Zacatecas. México.	24° 12' 30" N; 101° 26' 13" O	Posible refugio de maternidad	Colección del Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres, UNAM (2013).
Mina San Antonio, 2 km SW General Escobedo, Nuevo León. México.	25° 48' 32.4" N; 100° 19' 26.4" O	Desconocido	Colección Mamíferos de Nuevo León, UANL (1966).
Cueva de Iztaxiatla, San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos. México.	19° 1' 26.94" N; 99° 5' 0.276" O	Desconocido	CONANP.
Romney cave. New Mexico. Estados. Unidos.	-	-	-

#### Minas el Durazno y la Montaña, Concepción del Oro y Mazapil, Zacatecas, México.

En ambos sitios únicamente se ha determinado la dieta de *L. nivalis*, la cual se encuentra dominada por plantas de los géneros *Agave*, *Stenocereus*, *Calliandra*, *Ipomea* y *Bahuinia* (Sánchez, 2004). En cuanto a su conservación y/o protección ambos sitios se encuentran dentro de los límites del Área Natural Protegida de Flora y Fauna Sierra Mojonera.

#### Grutas de Tziranda o Cueva de las Grutas, Ciudad Hidalgo, Michoacán, México.

Aquí *L. nivalis* ha sido reportada casi todo el año, a excepción del mes de junio, aunque su abundancia es marcadamente mayor en la temporada de otoño-invierno (López, 2010; Téllez, 2001). Durante esta temporada Téllez (2001) menciona la captura de machos con testículos escrotados y hembras adultas, por lo que concluye que las Grutas de Tziranda son otro posible refugio de apareamiento. Las grutas se encuentran dentro del parador turístico “Las Grutas de Tziranda” por lo que cuentan con un alto grado de protección. Además, el sitio cuenta con un vigilante nocturno y la entrada a él puede realizarse únicamente mediante visitas acompañadas por un guía, evitándose en el recorrido la entrada a los túneles donde se encuentran los murciélagos (López, 2010).

#### Región Noreste de México.

##### Cueva del Infierno, Laguna de Sánchez, Santiago, Nuevo León, México.

La Cueva El Infierno se ubica en el municipio de Monterrey en el estado de Nuevo León (Moreno-Valdez et al., 2004) y es reportada como una de las tres cuevas de maternidad que se conocen hasta el momento para *L. nivalis* (Gómez-Ruiz et al. 2015; Moreno-Valdez et al., 2004). Aquí la especie comienza a llegar en el mes de abril y la colonia se encuentra completa entre julio y agosto, cuando se pueden observar crías, hembras lactantes, hembras poslactantes, individuos inactivos, así como algunos subadultos (Lacher y Gómez-Ruiz, 2012; Moreno-Valdez et al., 2004). En zonas aledañas al sitio se han

implementado algunos programas de educación ambiental y programas participativos con el fin de informar a la gente sobre la importancia del rol ecológico de los murciélagos e involucrarlas en acciones de conservación (ESHAC-CONANP 2013; Gómez-Ruiz et al. 2015). No obstante, en la actualidad aún no existe ningún programa de manejo que busque proteger la cueva.

#### [Cueva El Rosillo, Sabinas, Coahuila, México.](#)

La cueva se ubica dentro de la Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca de Don Martín (Gómez-Ruiz et al. 2015). En esta cueva durante el mes de julio se ha encontrado guano de nectarívoro fresco debajo de un pequeño grupo de murciélagos que se han determinado como ejemplares de *L. nivalis* (Gómez-Ruiz et al., 2015; Lacher y Gómez-Ruiz, 2012). A inicios del mes de agosto se han logrado capturar hembras en el sitio, y por su ubicación relativamente cercana a la Cueva El Infierno se cree que esta también podría fungir como refugio de maternidad para *L. nivalis* (Gómez-Ruiz et al., 2015; Lacher y Gómez-Ruiz, 2012). En las comunidades aledañas a la Cueva El Rosillo se han implementado actividades de educación ambiental, así como de programas participativos, con el fin de informar a la población acerca de la importancia de los murciélagos (ESHAC-CONANP 2013; Gómez-Ruiz et al. 2015). Pese a esto, actualmente no existe ningún programa de manejo o protección sobre la cueva.

#### [Estados Unidos.](#)

##### [Cueva de la Montaña Emory, Big Bend National Park, Texas, Estados Unidos.](#)

La Cueva de la Montaña Emory es el único refugio bien identificado de *L. nivalis* en Estados Unidos. Este sitio ha sido determinado como un refugio de maternidad para la especie, la cual es reportada aquí entre abril y septiembre (Adams, 2015), meses en los que se pueden encontrar machos, hembras inactivas, hembras preñadas, hembras poslactantes, crías y juveniles. La mayor cantidad de individuos se tiene en julio, mientras

que la menor cantidad se registra para el mes de junio (Adams, 2015). Al encontrarse dentro del Big Bend National Park este sitio cuenta con cierto grado de protección. Además, la Angelo State University realiza anualmente un monitoreo de la colonia de *L. nivalis* que habita en esta cueva.

#### Búsqueda de refugios.

Existen muy pocos estudios que abordan el tema de la búsqueda de refugios. El más reciente fue el realizado por Torres (2014) quien basó su trabajo en la búsqueda de refugios de apareamiento de *L. nivalis*. En él, mediante la modelación del nicho ecológico de Cueva del Diablo, así como el análisis de distancias ecológicas, se obtuvieron las zonas con mayor potencial de distribución de refugios de apareamiento de *L. nivalis*. Para corroborar si realmente existían refugios de apareamiento en estas zonas la autora realizó visitas a cuevas encontradas dentro de las áreas predichas, sin embargo, no logró encontrar ningún refugio de apareamiento para la especie.

Otros esfuerzos para encontrar posibles refugios de *L. nivalis* se han realizado principalmente en el norte de México (Gómez-Ruíz et al., 2015; Lacher y Gómez-Ruíz, 2012), donde como parte de los PROMOBI 2015 y PROMOBI 2013 se logró identificar la Cueva del Rosillo. Posteriormente Gómez-Ruíz et al. (2015) y Lacher y Gómez-Ruíz (2012) realizaron trabajos en colaboración con las comunidades de los estados de Nuevo León, Coahuila y Estados Unidos en busca de más refugios para la especie, esta vez sin ningún éxito.

Actualmente se tiene conocimiento de una cantidad considerable de posibles refugios para *L. nivalis*. Pese a ello la mayoría de estos provienen únicamente de colectas realizadas en algún momento determinado y no hay datos posteriores, por lo que no se

sabe si la especie realmente utiliza o llegó a utilizar el sitio refugio. En unos cuantos si se llegaron a realizar estudios que determinaban al sitio como refugio de *L. nivalis*, sin embargo aún en estos casos existe una incertidumbre acerca de si la especie sigue habitándolos o no, debido a que hace al menos 12 años no son visitados. Por esta razón es importante volver a visitar estos sitios para confirmar o descartar la presencia de la especie en ellos y de esta forma proponer su protección.

## OBJETIVOS

### Objetivo general.

- Visitar sitios reportados históricamente como refugios de *L. nivalis* en la zona centro de México.

### Objetivos particulares.

- Determinar la presencia o ausencia de *L. nivalis* en sitios reportados como refugios históricamente, para corroborar si aún están en uso.
- Reportar las amenazas observadas en cada uno de los sitios y hacer una comparación con las observadas en el pasado.

## ÁREA DE ESTUDIO.

A partir de una revisión bibliográfica realizada previamente se eligieron seis sitios en el centro de México reportados históricamente como refugios de *L. nivalis*, los cuales no han sido visitados al menos en los últimos 12 años. A continuación, se describen las características principales de cada uno de ellos.

### Cueva del Salitre

La Cueva del Salitre se encuentra inmersa en la Reserva Estatal Sierra de Monte Negro, Yauatepec, Morelos. La entrada principal de la cueva se ubica en 18° 47' 22.92" N 99° 9' 12.24" O, a una altitud aproximada de 1651 msnm. El sitio se compone por dos entradas: la principal con aproximadamente cuatro metros de alto por tres de largo, y una pequeña, que en realidad es un tiro utilizado para la extracción de guano (obs. pers.). El interior se conforma por tres cámaras que varían en tamaño y forma, teniendo la principal 40 X 10 m (obs. pers.; Villalpando, 2006). La cámara ocupada por todas las especies de murciélagos se abre de la principal a partir de una oquedad con una profundidad de unos 10 m y una entrada amplia de aproximadamente 3 m de ancho y 2 m de altura (Villalpando, 2006). *L. nivalis* es reportada en este sitio por el American Museum of Natural History de Nueva York, quien posee cuatro ejemplares de la especie colectados en esta cueva en 1962. La autenticidad de estos ejemplares fue confirmada por Torres (2014) y por el doctor Rodrigo Medellín, quienes corroboran que dichos ejemplares son *L. nivalis* y no *L. yerbabuena*.

### Cueva del Ferrocarril.

La Cueva del Ferrocarril forma parte de un sistema de túneles que se encuentran debajo del poblado de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos. La también denominada

Cueva del Ferrocarril Mina Inferior es una de las siete cuevas que componen el Sistema San Juan Tlacotenco. Cuenta con una longitud de 5623 m, un desnivel de 72 m y tiene dos entradas principales que se ubican aproximadamente en 19° 00' 50.4" N 99° 5' 40.19" O, a una altitud de 2312 msnm (Quintana et al., 2009). En ambas entradas el acceso es complicado, ya que se tiene que entrar pecho tierra (obs. pers.). Esta cueva es conocida como la cueva más larga de América Continental y tiene un origen volcánico, conformándose a partir de tubos de lava de origen basáltico (Quintana et al., 2009). La Colección del Museo Alfonso Luis Herrera de la Facultad de Ciencias, UNAM posee 17 ejemplares de *L. nivalis* colectados en la Cueva del Ferrocarril en el año de 1983 durante la temporada otoño-invierno. Dichos individuos son machos y hembras, algunos de los cuales se reportan como sexualmente activos. Personalmente revisé los ejemplares depositados en dicha colección y pude comprobar que pertenecen a *L. nivalis*.

#### Cueva de Iztaxiatla.

La Cueva de Iztaxiatla se encuentra dentro del Corredor Biológico Chichinautzin. Se ubica en el poblado de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos. Esta cueva es la entrada más baja del sistema Chimalacatepec, y se ubica en 19° 1' 26.94" N 99° 5' 0.276" O, a una altura aproximada de 2535 msnm (Middleton, 2007). Este sistema de cuevas de 1390 m es el tubo de lava más profundo en América Continental, con una extensión vertical de 201 m. Para acceder al sitio se requiere bajar por un tiro de aproximadamente 15 m de alto utilizando equipo de rapel (Middleton, 2007). *Leptonycteris nivalis* fue reportada aquí por la CONANP, quien colocó un letrero en la entrada del lugar reportando a *L. nivalis* como una de las especies habitantes en la cueva.



#### Cueva de la Peña.

Esta cueva se localiza en la colonia de La Peña, municipio de Valle de Bravo, Estado de México. Este refugio cuenta con dos entradas que son consideradas cuevas diferentes por los locales, aunque ambas conectan a la misma cámara (obs. pers.). La entrada más grande, conocida comúnmente como Cueva del Diablo, se ubica en 19° 12' 4.129" N 100° 8' 28.731" O, a una altitud aproximada de 1871 msnm. Entre 1998 y 2000 Téllez (2001) reporta la presencia de *L. nivalis* en el sitio en el periodo otoño-invierno. Los meses de noviembre y diciembre son los que el autor menciona con mayor abundancia de individuos en la cueva, alcanzando los 300 aproximadamente. El mismo Téllez (2001) sugiere que la Cueva de la Peña posiblemente sea una cueva de apareamiento.

#### Cueva de San Lorenzo.

La Cueva de San Lorenzo se ubica aproximadamente a 200 m de la autopista México-Oaxaca sobre la Mesa de San Lorenzo, Tehuacán, dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán en el estado de Puebla (18° 27' 51" N 97° 26' 52" O, 1740 msnm). La entrada principal del sitio esta conformada por un hueco circular formado horizontalmente sobre el sustrato, el cual posee aproximadamente 30 m de diámetro (Ávila-Flores, 2000). La cavidad circular conduce a una cámara amplia, la cual a su vez lleva a una serie de cámaras y huecos dentro de las cuales se encuentran los murciélagos (Ávila-Flores, 2000; López, 2010). En esta cueva *L. nivalis* es reportado entre 1998 y 2000 por Téllez (2001) en el periodo de junio a julio, y en 2006 por López (2010) entre mayo y junio.

#### Grutas de Tziranda.

Las Grutas de Tziranda forman parte del corredor turístico "Las Grutas de Tziranda" y actualmente son el único de los seis sitios de muestreo visitados en el que se han implementado programas de educación ambiental para las comunidades aledañas como



Figura 25. Ubicación de las 6 distintas cuevas visitadas, reportadas como refugios históricos para *L. nivalis*.

parte de los esfuerzos del Programa para la Conservación de los Murciélagos en México (PCMM) (López, 2010). También conocidas como la Cueva de las Grutas, estas grutas se ubican 5 km al sur y 4.5 km al este del poblado de Ciudad Hidalgo, municipio de Ciudad Hidalgo en el estado de Michoacán ( $19^{\circ} 38' 23.85''$  N  $100^{\circ} 30' 08''$  O).

El sitio se encuentra en una barranca sobre el margen del Río Turundeo (Téllez, 2001). Se cree que tiene más de 10 km de profundidad y se han identificado dos entradas que se encuentran separadas por 59 m una de la otra. En una de ellas hay tres cámaras de aproximadamente 8 m de profundidad y entre 15 y 20 m de altura donde se localiza la colonia de *L. nivalis*. En el sitio Téllez (2001) reporta a la especie en los periodos de otoño-invierno que van de 1998 al 2000. Mientras que López (2010) la reporta presente prácticamente todo el año en 2006, aunque con muy pocas capturas. Téllez (2001) propone a las Grutas de Tziranda como otro posible refugio de apareamiento para *L. nivalis*.

## MÉTODOS

### Revisión bibliográfica.

Previamente se realizó una revisión bibliográfica en artículos científicos, libros, tesis y bases de datos de colecciones biológicas para conocer los diversos sitios donde se ha reportado *L. nivalis*. Una vez que se tuvieron estos reportes se creó una base de datos con la información de todos los ejemplares y sitios reportados, y se hizo una corroboración para asegurar que los ejemplares reportados fueran realmente individuos de *L. nivalis*. Para ello se utilizaron los datos de Arita y Humphrey (1988), León -P. L. y E. Romo (1993), Torres (2014) y Villa-R. (1967). Además, se realizaron visitas a algunas de las colecciones biológicas.

### Visitas a las cuevas.

Entre 2016 y 2018 se visitaron en promedio dos veces cada una de las 6 cuevas elegidas en los meses en los que *L. nivalis* fue reportada como presente. Cada visita consistió en una noche de muestreo.

En cada visita se colocaban redes de niebla (Avinet, EUA) en todas las entradas de la cueva. El tamaño de estas fue variable, dependiendo de la cueva y el tamaño de cada uno de los accesos. Las redes se abrían una vez que el sol comenzaba a ocultarse y los murciélagos comenzaban a salir, y se mantenían abiertas hasta que el flujo de individuos hacia el exterior terminaba. A todos los individuos capturados se les tomaban las medidas de peso, AB, sexo, estado reproductivo y edad. La identificación de especies se realizó utilizando la guía de Medellín y colaboradores (2008). Una vez identificados, todos los individuos eran liberados sin daño alguno y en el caso de los nectarívoros estos eran alimentados con una solución de azúcar al 20% antes de ser liberados.

## RESULTADOS.

De octubre de 2016 a julio de 2018 se llevaron a cabo 13 visitas en total a las seis cuevas elegidas, reportadas históricamente como refugios para *L. nivalis*. De las seis cuevas que se visitaron, la especie solo se encontró en una de ellas: las Grutas de Tziranda, Ciudad Hidalgo, Michoacán. En los siguientes cuadros se da una breve descripción de las especies encontradas, las amenazas y las medidas de protección que se observaron en cada uno de los sitios visitados.

	<b>Cueva del Salitre 4 km NE de la hacienda Xochimancas, Ticumán, Morelos (18° 22' 92" N 99° 09' 12.24" O). Reportado en 1962 por AMNH.</b>	<b>Cueva del Ferrocarril, San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos (19° 00' 50.4" N 99° 5' 40.19" O). Reportado en 1981 por la Colección del Museo Alfonso Luis Herrero. Facultad de Ciencias. UNAM.</b>
<b>Fechas de visita</b>	Octubre, noviembre y diciembre de 2016. Enero y febrero de 2017.	Octubre y noviembre de 2016.
<b>Especies encontradas</b>	Durante todas las visitas realizadas se capturaron en total 8 especies. <i>L. yerbabuena</i> , <i>Pteronotus parnellii</i> , <i>Mormoops megallophyla</i> y <i>Glossophaga soricina</i> estuvieron presentes durante todos los meses. Mientras que <i>P. davyi</i> , <i>P. personatus</i> , <i>Myotis oculus</i> y <i>Desmodus rotundus</i> se capturaron únicamente en octubre y noviembre.	Durante las visitas realizadas se lograron capturar ejemplares de <i>Anoura geoffroyi</i> , <i>Corynorhinus townsendii</i> , <i>G. soricina</i> , <i>Myotis velifer</i> y <i>Desmodus rotundus</i> .
<b>Amenazas reportadas en el pasado</b>	No existen estudios que reporten las amenazas que existieron en el pasado para la esta cueva.	Quintana y colaboradores (2009) mencionan el riesgo que corre el sitio al encontrarse sus galerías principales intersectadas por cortes de la vía del tren. Así mismo reportan actos vandálicos y el uso de las entradas de la cueva como depósitos de desechos sólidos y drenaje.
<b>Amenazas observadas actualmente</b>	La extracción de guano, sumada a la alta presencia de ganado y la extracción de madera en las zonas aledañas al sitio representan graves riesgos para las poblaciones de murciélagos que habitan la cueva.	Actualmente los cortes de la vía del tren siguen presentando un riesgo para la Cueva del Ferrocarril, ya que estos dejan expuestas las entradas al sistema, por lo que es más fácil que cualquier persona pueda acceder a él. Así mismo, el constante crecimiento urbano amenaza de forma continua el sitio, ya que este se encuentra exactamente debajo del poblado San Juan Tlacotenco, por lo que muchas de sus entradas han colapsado.
<b>Protección y Conservación</b>	<u>Protección:</u> La cueva se encuentra dentro de la Reserva Estatal Sierra Montenegro, por lo que cuenta con cierto grado de protección por parte de la CONANP, quien realiza visitas de vigilancia al sitio. Así mismo el acceso a esta se encuentra resguardado por los ejidatarios de la zona.  <u>Estado de conservación:</u> En el interior del sitio se pueden observar algunas huellas dejadas por la dinamitación realizada en años anteriores. Sin embargo, no existen señales de vandalismo (pintas) y tampoco se observa basura.	<u>Protección:</u> La única protección que hay sobre el sitio es el sistema de vigilancia que los guías turísticos y pobladores ejercen.  <u>Estado de conservación:</u> A pesar de que muchas de sus entradas se encuentran abiertas y sin vigilancia en el interior de este sistema no se observaron pintas, ni restos de basura, por lo que el sistema de vigilancia por parte de los guías turísticos y los pobladores se considera eficiente.

	<b>Cueva de la Peña colonia de la Peña, Valle de Bravo, Estado de México (19° 13' 29" N 100° 09' 02" O). Reportado entre 1998 y 2000 por Téllez (2001).</b>	<b>Grutas de Tziranda (Cueva de Las grutas), Ciudad Hidalgo, Michoacán (19° 38' 24" N 100° 30' 08" O). Reportado entre 1998 y 2000 por Téllez (2001) y en 2006 por López (2010).</b>
<b>Fechas de visita</b>	Enero de 2017.	Noviembre y diciembre de 2017.
<b>Especies encontradas</b>	Al interior del sitio se encontró guano amarillo con granos de polen, característicos de los murciélagos polinívoros. Sin embargo, solo se capturó un ejemplar de <i>G. soricina</i> .	Esta cueva fue la única en la que se logró encontrar a <i>L. nivalis</i> . Además, en el sitio se identificaron <i>P. parnellii</i> , <i>G. soricina</i> , <i>D. rotundus</i> , <i>A. geoffroyi</i> , <i>C. townsendii</i> y <i>L. yerbabuena</i> .
<b>Amenazas reportadas en el pasado</b>	Entre 1998 y 2000 Téllez (2001) reporta que la ladera de la peña donde se ubica la cueva ya estaba siendo modificada, pues comenzaba el fraccionamiento del sitio en terrenos para la construcción de viviendas residenciales. Además, el autor menciona una gran cantidad de pintas y basura tanto dentro como fuera de la cueva.	López (2010) y Téllez (2001) mencionan que el estado de la cueva es estable hasta 2006. Sin embargo, las zonas circundantes se encontraban perturbadas debido a la agricultura y la ganadería, aunque el área sobre la cual se elevan las grutas presentaba vegetación original.
<b>Amenazas observadas actualmente</b>	Actualmente la ladera donde se ubica la cueva está cubierta completamente por asentamientos humanos de tipo residencial. En la cima de la peña se ubica un mirador que es muy visitado por turistas, y cualquiera que pague la entrada al mirador tiene acceso también a la cueva. Como consecuencia el lugar sufre constantes disturbios de gente que entra y sale, muchas veces de forma escandalosa o con intenciones vandálicas.	Los asentamientos urbanos alrededor del sitio han crecido bastante y actualmente las grutas se encuentran prácticamente inmersas dentro de varios poblados de tipo rural. No obstante, tal como menciona López (2010) la peña del cerro en la cual se encuentran inmersas las grutas sigue conservando su vegetación original.
<b>Protección y conservación</b>	<u>Protección:</u> No existe protección alguna por parte del gobierno para el sitio. <u>Estado de conservación:</u> El lugar se encuentra bastante deteriorado, y tanto dentro como fuera de la cueva se pudieron observar varias pintas, así como una gran cantidad de basura. En los alrededores la vegetación original ha sido reemplazada casi en su totalidad por complejos de casas.	<u>Protección:</u> Actualmente las grutas cuentan con un vigilante nocturno y guías locales que dan recorridos turísticos únicamente en los túneles donde no se refugian los murciélagos (guía local Adrián). Además, en la entrada principal se ha instalado una puerta, de modo que solo gente con guía puede acceder al interior. <u>Estado de conservación:</u> Las grutas se encuentran muy bien conservadas, en parte debido a su actividad como zona turística. Además, aunque el sitio se encuentra inmerso entre poblados de tipo rural, en zonas un poco más lejanas se pueden observar remanentes de la vegetación original.

	<b>Cueva de Iztaxiatla, San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos (19° 1' 26.94" N 99° 5' 0.276" O). Reportado por CONANP a partir de letreros colocados a la entrada del sitio.</b>	<b>Cueva de San Lorenzo, Mesa de San Lorenzo, Tehuacán, Puebla (18° 27' 51" N 97° 26' 52" O). Reportado entre 1998 y 2000 por Téllez (2001), y nuevamente en 2006 por López (2010).</b>
<b>Fechas de visita</b>	Diciembre de 2017.	Julio de 2018.
<b>Especies encontradas</b>	Se capturo un solo ejemplar de <i>C. townsendii</i> .	No se logró capturar ningún ejemplar.
<b>Amenazas reportadas en el pasado</b>	No se ha realizado ningún trabajo en esta cueva, por lo que no existen datos anteriores de amenazas al sitio.	López (2010) reportaba ya frecuentes vistas de los locales al sitio, quienes provocaban perturbaciones con ruido y basura. Además, la autora menciona el constante deterioro de las zonas aledañas a la cueva debido a la realización de fogatas y al ingreso de automóviles.
<b>Amenazas observadas actualmente</b>	La cueva se encuentra cercana al poblado de San Juan Tlacotenco, sin embargo, no se observó una amenaza latente para ella. En los alrededores del sitio se puede observar una gran cantidad de vegetación bien conservada.	En la actualidad la mancha urbana ha absorbido por completo la cueva y sus alrededores. El acceso se encuentra ahora rodeado de casas, y el lugar se ha vuelto bastante inseguro, llegando al punto en el que se han tenido que colocar letreros advirtiendo a la gente que si accede al sitio corre el riesgo de ser asaltada.
<b>Protección y conservación</b>	<p><u>Protección:</u> La única protección que hay sobre el sitio es la que los habitantes del pueblo ejercen. Sin embargo, al encontrarse inmersa dentro del bosque y alejada de los caminos principales la cueva es poco frecuentada. Además, la única entrada a la cueva es un tiro de aproximadamente 50 metros, por lo que el acceso a ella es complicado.</p> <p><u>Estado de conservación:</u> En la entrada del sitio no se observa disturbio alguno, no obstante, no pudimos acceder al interior debido a que no se contaba con el equipo necesario para hacerlo.</p>	<p><u>Protección:</u> A pesar de que la cueva se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera y Región Terrestre Prioritaria del Valle de Tehuacán-Cuicatlán actualmente no cuenta con ningún tipo de protección.</p> <p><u>Estado de conservación:</u> Debido a la inseguridad del sitio, no se pudo acceder al interior. Sin embargo, el exterior se encuentra bastante deteriorado como consecuencia de la urbanización de la zona. Producto de esto existe una gran contaminación lumínica y auditiva, así como un gran disturbio en las zonas aledañas a la cueva.</p>

### Grutas de Tziranda.

Durante el 2017 se llevaron a cabo dos visitas a las Grutas de Tziranda. En ambas se encontraron individuos de *L. nivalis* utilizando el sitio como refugio. En total se capturaron 78 individuos, 60 en noviembre y 18 en diciembre. Sin embargo, debido a problemas de inseguridad y logística en la salida de campo de noviembre, en las gráficas 27, 28 y 29 solo se muestran los datos tomados a 33 individuos en total. Los ejemplares capturados fueron hembras y machos adultos, presentándose en el caso de estos últimos varios individuos sexualmente activos.

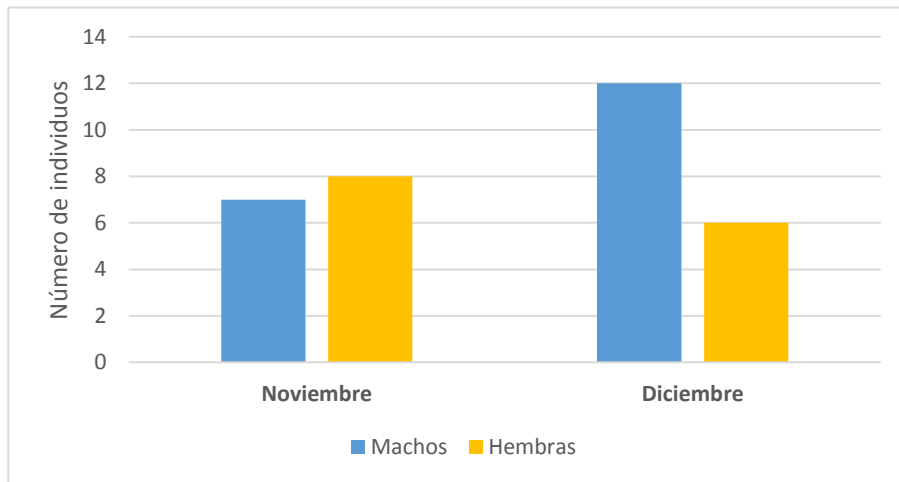


Figura 26. Número de individuos capturados por sexo en cada uno de los meses de muestreo.

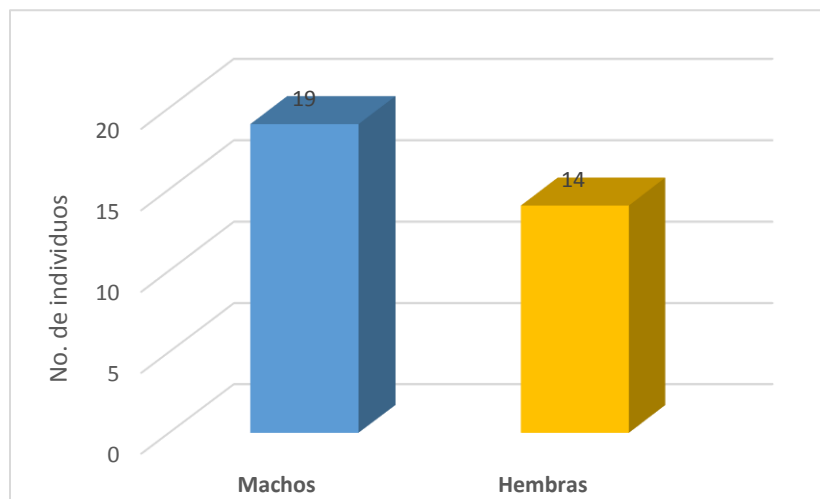


Figura 27. Número total de individuos capturados por sexo.



En noviembre hubo más hembras que machos, mientras que en diciembre los papeles se invirtieron, capturándose más machos que hembras. Sin embargo, en noviembre las proporciones fueron mucho más similares (1:1.1), con respecto a diciembre cuando el aumento en la cantidad de machos fue evidente, con proporciones de 1.7:1.

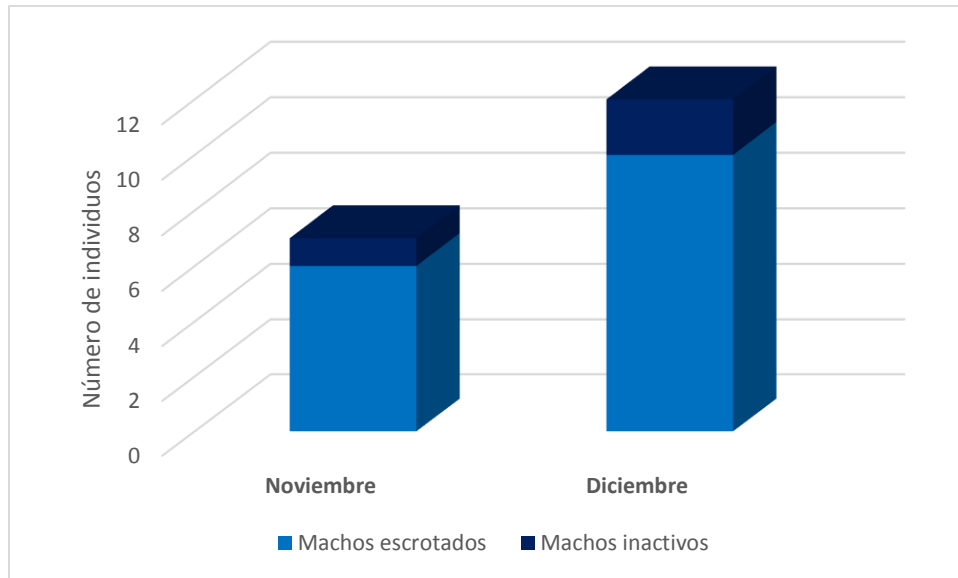


Figura 28. Número de machos escrotados capturados por mes.

En cuanto al estado reproductivo, en el caso de las hembras todas se presentaron como inactivas, lo que se determinó a partir de no encontrar señal alguna de lactancia o de fetos en su vientre. Contrario a esto, la mayoría de los machos presentaron testículos escrotados, teniendo un total de 16 machos escrotados y 3 inactivos, lo que representa un 94.7% de los machos capturados sexualmente activos (Figura 28).

## DISCUSIÓN

### Refugios visitados: Presencia de *L. nivalis*, amenazas y protección.

En la Cueva de la Peña, la Cueva de San Lorenzo y las Grutas de Tziranda se había reportado con anterioridad la presencia de grandes colonias de *L. nivalis* (López, 2010; Téllez, 2001), sin embargo, durante el presente estudio la especie se encontró únicamente en las Grutas de Tziranda. El factor principal que se identificó como el determinante de la presencia o ausencia de *L. nivalis* en estos refugios, es el estado de conservación en el que se encuentran actualmente a diferencia de las Grutas de Tziranda de las otras dos cuevas, es el estado de conservación en el que se encuentran actualmente. Como se menciona en los resultados, tanto la Cueva de la Peña como la Cueva de San Lorenzo mostraron un deterioro evidente en comparación con las condiciones que presentaban en los estudios realizados previamente en cada una de ellas. A su vez, existe una clara relación entre el deterioro de las cuevas y la falta de implementación de educación ambiental en las comunidades aledañas a estas, puesto que las Grutas de Tziranda fueron las únicas que contaron con un programa de educación ambiental, y los resultados en el lugar son evidentes en comparación con el resto de los sitios muestreados.

Para la Cueva de la Peña, ya entre 1998 y 2000 Téllez (2001) reportaba graves amenazas antropogénicas y riesgo para las poblaciones de murciélagos que habitaban aquí. Sin embargo, debido a la falta de protección para el lugar, el gran crecimiento urbano y la ignorancia por parte de los visitantes, el sitio continuó deteriorándose hasta terminar en las condiciones en las que se encuentra actualmente. En el lugar aún se pueden observar restos de guano amarillo con granos de polen, el cual es característico de murciélagos polinívoros. Sin embargo, no se logró capturar ningún ejemplar de *Leptonycteris*.

En el caso de la Cueva de San Lorenzo tenemos una situación similar a la ocurrida en la Cueva de la Peña, ya que, aunque se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera

Tehuacán-Cuicatlán, el lugar no cuenta con ningún tipo de protección. López (2010) ya mencionaba para 2006 la existencia de visitas poco reguladas por parte de locales y turistas, quienes realizaban actos vandálicos tanto dentro como fuera del sitio. Actualmente la situación es aún más complicada, ya que la ubicación de la cueva en una zona alta y relativamente escondida favoreció el uso del lugar para llevar a cabo actividades como robo o asalto a mano armada. La situación es tan grave que alrededor del lugar se han colocado letreros advirtiendo a la gente para que no suba al sitio. En el presente trabajo con ayuda de algunos locales pude acceder a la entrada principal de la cueva y comprobar que el refugio sigue allí y no ha sido convertido en basureo u otra cosa similar. Sin embargo, no pude acceder al interior del sitio ya que los mismos locales advierten que los asaltantes llegan incluso a utilizar el interior de la cueva como escondite y que aún en el día es inseguro estar en allí, por lo cual la permanencia nocturna fue imposible. La cueva de San Lorenzo fue reportada como un posible refugio nocturno o de paso para *L. nivalis*, por lo que este refugio en sí, aunque importante, no era considerado tan significativo en la distribución y conservación de la especie. A pesar de ello, el número de individuos que Téllez (2001) encontró ocupando la cueva entre 1998 y 2000 fue bastante alto (2000 individuos). Por tal razón valdría la pena volver a visitar el lugar en compañía de las autoridades judiciales pertinentes, con el fin de acceder al interior de la cueva y realizar redeos nocturnos para poder asegurar o descartar por completo la presencia de la especie.

En las Grutas de Tziranda el estado de conservación se ha mantenido estable en comparación al reportado por López (2010) y Téllez (2001) y, si bien es cierto que las zonas urbanas alrededor del sitio han crecido de manera considerable, en las zonas aledañas aún se pueden observar remanentes de vegetación original. Al mismo tiempo al ser un lugar turístico las grutas cuentan con guías locales que fueron capacitados, como parte de los programas implementados por el PCMM, para dar recorridos únicamente en las galerías

donde no se encuentran los murciélagos, favoreciendo así la permanencia de estos en el sitio. Sumado a esto tenemos que el sitio cuenta con un vigilante nocturno, y en la entrada principal del lugar se ha colocado una puerta de acceso de la cual solo los guías locales tienen llave, por lo que se evita que personas no autorizadas ingresen al lugar. Todo lo anterior ha favorecido la permanencia de *L. nivalis* en las grutas, ya que, como se puede notar en comparación con las cuevas de la Peña y de San Lorenzo, las Grutas de Tziranda se encuentran en óptimas condiciones. La implementación de educación ambiental en este sitio fue clave para su conservación, ya que la mayoría de los habitantes son conscientes de la importancia ecológica y económica de los murciélagos, de modo que ahora son ellos mismos quienes buscan su protección y conservación (Guía local Adrián, com. pers.).

En las cuevas del Salitre y del Ferrocarril el caso es distinto, ya que los reportes de *L. nivalis* en los que se basó esta búsqueda pertenecen únicamente a ejemplares colectados en una o dos visitas realizadas a cada uno de los sitios hace más de 25 años. Mientras que en la Cueva de Iztaxiatla los reportes se limitan a informes dados por la CONANP sin evidencia tangible de la veracidad de estas afirmaciones. Por ello no se puede argumentar que la ausencia de *L. nivalis* se deba a un deterioro o mal estado de conservación de los sitios, puesto que además estos tres sitios fueron encontrados en un relativo buen estado de conservación como se menciona en los resultados. En consecuencia, el motivo de la ausencia de esta especie en cada uno de ellos puede ser más sencillo, resumiéndose a que simplemente los ejemplares capturados durante estas colectas o reportes fueron individuos perdidos que se refugiaron en estas cuevas o que usaron el sitio de paso o como refugio nocturno antes de llegar a su destino final. En la Cueva del Ferrocarril es muy probable que los individuos que fueron capturados allí en el pasado pertenecieran a la colonia de reproducción que habita en la Cueva del Diablo, debido su cercanía con este sitio (menos de 10 km de distancia).

### Especies presentes en las cuevas.

Aunque en la mayoría de las cuevas no se logró encontrar a *L. nivalis*, si se lograron capturar distintas especies de murciélagos habitando en ellas. La cueva con mayor número de especies capturadas fue la Cueva del Salitre, con ocho, encontrándose especies insectívoras, hematófagas y nectarívoras. En el sitio se han realizado varios estudios con *L. yerbabuena* (Sánchez-Casas, 2004; Villalpando, 2006), no obstante, en ninguno de ellos se mencionan las otras especies que ocupan la cueva como refugio, por lo que no hay datos con los cuales comparar. Al mismo tiempo, este hecho hace que el presente estudio sea el primero en dar un pequeño listado acerca de las especies que habitan en esta cueva, al menos en la temporada otoño-invierno.

El segundo sitio con mayor número de especies fue las Grutas de Tziranda, con siete. La composición de especies en este lugar fue muy similar a la observada en la Cueva del Salitre en cuanto a gremios alimenticios ya que también se capturaron insectívoros, hematófagos y nectarívoros. Las siete especies capturadas aquí fueron *P. parnellii*, *G. soricina*, *D. rotundus*, *A. geoffroyi*, *C. townsendii*, *L. yerbabuena* y *L. nivalis*. No obstante, otros estudios realizados en el sitio han reportado además la captura de *Dermanura azteca*, *Eptesicus fuscus*, *Idionyctris phyllotis*, *Moormops megallophylla*, *Myotis velifer*, *M. yumanensis*, *Natalus stramineus* y *Tadarida brasiliensis* (Huerta, 1991). La falta de estas especies durante los muestreos del presente estudio se puede atribuir a que las grutas representan un refugio estacional para ellas, y las pocas visitas que se realizaron al sitio, así como el lapso de tiempo tan corto (1 día) no fueron suficientes para capturarlas a todas. No obstante, el objetivo principal de este estudio era determinar la presencia o ausencia de *L. nivalis* en el sitio, por lo que el muestreo empleado se considera efectivo pues alcanzo el objetivo esperado. Un punto que vale la pena resaltar es que en estas grutas se lograron

capturar las dos especies de *Leptonycteris* en el mismo muestreo, lo cual le confiere al sitio una mayor importancia al ser el único confirmado que funge como refugio para ambas especies de *Leptonycteris* al mismo tiempo. López (2010) y Huerta (1991) ya reportaban la presencia de las dos especies en este sitio, y López (2010) menciona a las dos utilizándolo como refugio en la misma temporada, por lo que el presente trabajo corrobora las afirmaciones de la autora.

La Cueva del Ferrocarril tuvo un total de cinco especies, dos insectívoras, una hematófaga y dos nectarívoras. En el sitio solo se habían reportado capturas de *L. nivalis* por el Museo Alfonso Luis Herrera de la UNAM, y de *A. geoffroyi* (Hoffman et al., 1986; Palacios-Vargas y Morales-Malacara, 1983), por lo que *C. townsendii*, *G. soricina*, *M. velifer* y *D. rotundus* son nuevos registros.

En la Cueva de la Peña únicamente se logró capturar un individuo de *G. soricina*, por lo que muy probablemente un pequeño grupo de estos habite en la cueva. No existen reportes anteriores de otras especies aparte de *L. nivalis* capturadas en el sitio. En la Cueva de Iztaxiatla se logró capturar únicamente un ejemplar de *C. townsendii*, especie reportada previamente por la CONANP en el sitio. Finalmente, en la Cueva de San Lorenzo, por los problemas antes mencionados, no se logró capturar ningún ejemplar.

#### Grutas de Tziranda.

Las Grutas de Tziranda fue el único sitio donde se logró encontrar *L. nivalis*. Los autores que reportaron a la especie en el sitio anteriormente lo hicieron en distintas temporadas. Huerta (1991) y Téllez (2001) la reportan durante la temporada otoño-invierno, entre finales de septiembre y principios de marzo. El primero autor menciona la presencia de machos inactivos desde finales de septiembre hasta octubre, mes en el que comenzó a

capturar machos con testículos escrotados y proporciones similares de machos y hembras. Posteriormente entre febrero y marzo reporta la captura de hembras preñadas, posiblemente producto de copulaciones con los machos escrotados capturados en los meses previos. Por otro lado López (2010) reporta una mayor abundancia de individuos en los meses de agosto y octubre, aunque menciona capturas durante casi todos los meses del año, sin embargo sus capturas constan de uno o dos individuos por mes. Durante todo su muestreo no capturo ningún macho escrotado, por lo que sus datos difieren de los obtenidos por Téllez (2001). La información obtenida durante el presente trabajo coincide mucho más con los datos reportados por Huerta (1991) y Téllez (2001), ya que *L. nivalis* fue encontrada haciendo uso de las grutas entre los meses de noviembre y diciembre. Noviembre fue el mes en el que se tuvo un mayor número de capturas, con 60 individuos, mientras que en diciembre solo se lograron capturar 18.

Los datos de captura, presencia de individuos, proporciones sexuales y estados reproductivos en este sitio coinciden perfectamente con los reportados en la Cueva del Diablo, considerada como la única cueva de reproducción de la especie. En ambos sitios *L. nivalis* tiene una presencia estacional entre octubre y febrero, con una mayor abundancia de individuos entre noviembre y diciembre, meses en los que se capturan casi la misma cantidad de hembras y machos, con proporciones cercanas a 1 (Galicia-Salinas, 2013; López, 2010; Téllez, 2001; Toledo, 2009). Además, la mayoría de los machos capturados durante noviembre y diciembre en Tziranda se presentaron escrotados, lo que nos indica que están sexualmente activos, coincidiendo esto con lo que Toledo (2009) reporta como la época de reproductiva en Cueva del Diablo. Todo esto nos da las bases para argumentar que las Grutas de Tziranda son la segunda cueva de reproducción de *L. nivalis*. Por ello es importante realizar más estudios acerca de reproducción en la colonia que habita este sitio.

## CONCLUSIONES

- Se logró encontrar *L. nivalis* en una de las seis cuevas visitadas.
- Dos de los seis sitios visitados actualmente se encuentran gravemente deteriorados debido a actividades antropogénicas realizadas en las localidades donde se ubican.
- Las Grutas de Tziranda son el segundo refugio de apareamiento para *L. nivalis* del que se tiene conocimiento actualmente.
- Las Grutas de Tziranda son el único sitio en el que hasta el momento se han tenido reportes bien corroborados de la presencia de *L. nivalis* y *L. yerbabuena* al mismo tiempo.
- La importancia de la implementación de educación ambiental en las localidades aledañas a las cuevas puede hacer la diferencia entre perder un refugio, como sucedió con las cuevas de la Peña y de San Lorenzo, o mantenerlo conservado y casi en óptimas condiciones, tal como las Grutas de Tziranda.
- Aunque en cinco de las seis cuevas visitadas no se encontró a *L. nivalis*, en la mayoría de ellas se lograron capturar otras especies de murciélagos que las utilizan como refugio. Por ello es muy importante buscar su protección y conservación.



## LITERATURA CITADA.

Adams, E. R. (2015). *Seasonal and Nightly activity of mexican long-nosed bats (Leptonycteris nivalis) in Big Bend National Park, Texas*. Tesis de Maestría. Facultad del Colegio de Estudios de Posgrado. Universidad Angelo State. Texas.

Aguilar, Z. C. (1988). Clasificación biogeográfica del territorio mexicano con base en cuatro sistemas generados a partir de taxa y criterios distintos. Tesis de Licenciatura. FES Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México.

Álvarez, T. y González, L. (1970). Análisis polínico del contenido gástrico de murciélagos glosophaginae de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. 18 (1-4), 137-165.

Ammerman, L., McDonough, M., Hristov, N. y Kunz, T. (2009). Census of the endangered Mexican long-nosed bat *Leptonycteris nivalis* in Texas, USA, using thermal imaging. *Endangered species research*. 8, 87-92.

Arias-Coyotl, E., Stoner, K. y Casas, A. (2006). Effectiveness of bats as pollinators of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in wild, managed in situ, and cultivated populations in La Mixteca Baja, Central Mexico. *American Journal of Botany*. 93, 1675-1683.

Arita, H. (1991). Spatial segregation in long-nosed bats *Leptonycteris nivalis* and *Leptonycteris curasoae*, in Mexico. *Journal of Mammalogy*. 72, 706-714.

Arita, H. (2005). *Leptonycteris nivalis* (Saussure, 1860). En Ceballos, G. y G. Oliva (coord.). *Los mamíferos silvestres de México* (223-224). México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.

Arita, H. T. y Humprhey, S. R. (1988). Revisión taxonómica de los murciélagos magueyeros del género *Leptonycteris* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta Zoológica Mexicana*. Nueva serie (29), 1-60.

Arita, H. T. y Santos del Prado, K. (1999). Conservation biology of néctar-feeding bats in Mexico. *Journal of Mammalogy*, 80 (1), 31-41.

Arita, H. y Martínez del Río, C. (1990). *Interacciones flor-murciélago: un enfoque zoocéntrico*. Publicaciones especiales, México, D. F.: Instituto de Ecología, UNAM.

Arizaga, S., Ezcurra, E., Edward, P., Ramírez de Arellano, F. y Vega, H. (2000). Pollination ecology of *Agave macroacantha* (agavaceae) in a mexican tropical desert. II. The role of pollinators. *American Journal of Botany*, 87(7), 1011–1017.

Ávila-Flores, R. (2000). *Patrones de uso de cuevas en murciélagos del centro de México*. Campus Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ayala-Berdón, J. y Schondube, J. E. (2011). A physiological perspective on nectar-feeding adaptation in phyllostomid bats. *Physiological and Biochemical Zoology*, 84 (5), 458-466.

Ayala-Berdón, J., Schondube, J. E., Stoner, K. E, Rodríguez-Peña, N. y Martínez del Río, C. (2008). The intake responses of three species of leaf-nosed Neotropical bats. *Journal of Comparative Physiology B*, 178, 477- 485.

Ayala-Berdón, J., Galicia, R., Flores-Ortíz, C., Medellín, R. A. y Schondube, J. E. (2013). Digestive capacities allow the Mexican long-nosed bat (*Leptonycteris nivalis*) to live in cold environments. *Journal of Comparative Biochemistry and Physiology A*, 124, 622- 628.

Baker, H. G., y Baker, I. (1983). Floral nectar constituents in relation to pollinator type. En Jones, C. E. y Little, R. J. (eds.) *Handbook of pollination biology*. (pp. 117–141. New York, Estados Unidos: Scientific and Academic Editions, Division of Van Nostrand Rheinhold Company Inc.

Baker, R. J., y Cockrum, E. L. (1966). Geographical and ecological range of the long-nosed bats, *Leptonycteris*. *Journal of Mammalogy*, 41, 329-331.

Beatty, L. D. (1955). *Autecology of the Lognose Bat *Leptonycteris nivalis* (Saussure)*. Tesis de Maestría. Universidad de Arizona.

Begon, M., Harper, J. y Townsend, C. (1995). *Ecología: poblaciones, comunidades y sistemas*. España, Barcelona: Editorial Omega.

Brown, C. (2008). *Natural history and population genetics of the endangered Mexican long-nosed bat, *Leptonycteris nivalis* (Chiroptera: Phyllostomidae)*. Tesis de maestría. Angelo State University.

Burgin, C. J., Colella, J. P., Kahn, P. L., Upham, N. S. (2018). How many species are there? *Journal of Mammalogy*, 99, 1-14.

Caballero, L. (2004). *Observaciones sobre la conducta reproductiva de *Leptonycteris nivalis* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Tepoztlán, Morelos, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma del Estado de México.

Castillo-Hernández, H. y Treviño-Carreón, J. (2009). Biología Floral de *Agave gentryi ullrich* (Agavaceae) en la localidad de La Marcela, Miquihuana, Tamaulipas. *CienciaUAT*, 4 (2), 62-66.

Castle, K. T. y Wunder, B. A. (1995) Limits to food intake and fiber utilization in the prairie vole *Microtus orchrogaster*: effects of food quality and energy need. *J Comp Physiol A*, 164, 609–617.

Centro de Desarrollo de Agronegocios (CDA). (2004). Las Abejas en Relación a la Polinización de Cucurbitáceas. *Fintrac CDA, Boletín Técnico*, 53, 1-4.

Ceballos, G. y Oliva, G. (Coords.). (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. México, FCE/CONABIO.

Cockrum, E.L. y Hayward, B. J. (1962). Hummingbird bats. *Natural History*. 71, 39–44.

Cockrum, L. (1991). Seasonal distribution of Northwestern populations of long-nosed bats *Leptonycteris sanborni* family Phyllostomidae. *Anales Instituto de Biología*. 62, 181-202.

Cole, F. R. y Wilson, E. (2006). *Leptonycteris yerbabuena*. *Mammalian Species*. 797, 1-7.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2003). *Programa de manejo de la reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, México*. D. F., México: Dirección General de Manejo para la Conservación.

Connell, (1983). On the prevalence and relative importance of interspecific competition: evidence from field experiments. *The American Naturalist*. 122 (5), 661-696.

Dafni, A., Kevan, P. G. y Husband, B. C. (2005). *Practical Pollination Biology*. Canada: Enviroquest.

Dalquest, W. W. y Roth, E. (1970). Late Pleistocene mammals from a cave in Tamaulipas, Mexico. *Southwestern Naturalist*. 15, 217-230.

Davis, A. R., Pylatuk, J. D., Paradis, J. C. y Low, N. H. (1998). Nectar carbohydrate production and composition vary in relation to nectary anatomy and location within individual flowers of several species of Brassicaceae. *Planta*, 205, 305–318.

Davis, W. B. y Carter, D. C. (1962). Review of the genus *Leptonycteris* (Mammalia: Chiroptera) *Proceedings of Biological Society of Washington*. 75, 193-198.

De Santiago, H. M H. (2009). *Efecto de la concentración del néctar en la planeación del tiempo de forrajeo del murciélago nectarívoro *Leptonycteris yerbabuena**. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

De Santiago, M. H. (2013). Competencia intra e interespecífica en dos especies de filostómidos nectarívoros: *Leptonycteris yerbabuena* y *Glossophaga soricina*. Tesis de

Maestría. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México.

De Viana, M. L., Ortega, P., Saravia, M., Badano, E. I. y Schlumpberger, B. (2001). Biología floral y polinizadores de *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) en el Parque Nacional Los Cardones, Argentina. *Rev. biol. trop*, 49 (1), 279-285.

Dobat, K. y Peikert-Holle, T. (1985). *Blutten und Fledermause*. Frankfurt am Main: Verlag Waldemar Kramer.

Easterla D. 1972. Status of *Leptonycteris nivalis* (Phyllostomidae) in Big Bend National Park, Texas. *Southwestern Naturalist*. 17, 287–292.

Eguiarte, L., Martínez, C. y Arita, H. (1987). El Néctar y el Polen como Recursos: El Papel Ecológico de los Visitantes a las Flores de *Pseudobombax ellipticum* (H.B.K.) Dugand. *Biotropica*, 19, 74-82.

England, A. E. (2012). Pollination ecology of *Agave palmeri* in New Mexico, and landscape use of *Leptonycteris nivalis* in relation to agaves. Tesis de doctorado. The University of New Mexico.

Erdtman, G. (1966). *Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms*. Nueva York, Estados Unidos: Hafner Publishing Company.

Escorcia, V. (2008). *Fluctuación poblacional anual de Leptonycteris curasoae en la Cueva del Guano, en la Reserva de la Biosfera de la Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México*. Tesis de Licenciatura. Área Académica de Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

ESHAC-CONANP. 2013. *Protección y Manejo de Refugios para la Conservación de Murciélagos en Riesgo. Reporte final del proyecto PROCER/DGOR/18/2013*. Monterrey, Nuevo León. México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Espinosa, Ávila, L. A. (2008). *Análisis de los nichos ecológicos estacionales de murciélagos migratorios*. Tesis de Maestría. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Fernández, R., Rodríguez, C., Arreguín, M. de L. y Rodríguez, A. (1998). Listado florístico de la cuenca del Río Balsas, México. *Polibotánica*, 9, 1-151.

Fleming, T., Núñez, R. y Da Silveira. (1993). Seasonal changes in the diets of migrant and non-migrant nectarivorous bats as revealed by carbon stable isotope analysis. *Oecología Springer*. 94, 72-75.

Flower, W. H. y Lydekker, R. (1891). *An introduction to the study of mammals living and extinct*. Londres, Inglaterra: Adams and Charles Black.

Galicia Salinas, R. (2013). *Ipomoea murocoides (Convolvulaceae) como recurso de invierno para Leptonycteris nivalis (Phyllostomidae) en Tepoztlán, Morelos, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.

García, E. (1973). *Modificación al sistema de clasificación de Köeppen*. México: Instituto de Geografía, UNAM.

García, E. (1983). *Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen*. México: Instituto de Geografía, UNAM.

Gardner AL. (1977). Feeding habits. En Baker, R.J., Jones, J.K. Jr, Carter, D.C., (Eds.). *Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae, part II*. (pp. 293-350) Lubbock,

Estados Unidos: Texas Tech University Museum. (Special publications of the Museum, Texas Tech University).

Gentry, H. S. (1982). *Agaves of continental North America*. Tucson, Estados Unidos. University of Arizona Press.

Gómez, E. y Morales, H. L. (2005). *Biología floral de Agave salmiana*. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas Puebla.

Gómez-Nísino, A. (2006). Ficha técnica de *Leptonycteris nivalis*. En Medellín, R. (compilador). *Los mamíferos mexicanos en riesgo de extinción según el PROY-NOM-059-ECOL-2000* (Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W005). México, D.F.: Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Gómez-Ruíz, E., Jiménez, C., Flores Maldonado, J.J. y Lacher, T. (2015). Conservación de murciélagos nectarívoros (Phyllostomidae: Glossophagini) en riesgo en Cahuila y Nuevo León. *Theyra*. 6, 89-102.

González-Terrzas, T., Koblitz, J. C., Fleming, T. H., Medellín, R. A., Kalko E., Schnitzler, H. U. y Tschapka, M. (2016). How Nectar-Feeding Bats Localize their Food: Echolocation Behavior of *Leptonycteris yerbabuenae* Approaching Cactus Flowers. *PLoS ONE*, 11(9), e0163492. doi:10.1371/journal.pone.0163492

Gribel, R., Gibbs, P. E. y Queiróz, A. L. (1999). Flowering phenology and pollination biology of *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) in Central Amazonia. *J. Trop. Ecol.* 15, 247-263.

Hardin, G. (1960). The competitive exclusion principle. *Science*. 131, 1291-1297.

Helversen, O. (1993). Adaptation of flowers to the pollination by Glossophaginae bats. En Barthlott, W. (Ed.). *Animal-plant interactions in tropical environments*. (pp. 41-59). Alemania: Museum Alexander Koenig, Bon.

- Hensley, A. P. y Wilkins, K. T. (1988). *Leptonycteris nivalis*. *Mammalian Species*. (307)1-4.
- Hoffman, A., Palacios Vargas, J. G. y Morales Malacara J. B. (1986). *Manual de Bioespeleología*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hoffman, A., Palacios-Vargas, J. G. y Morales-Malacara, J. B. (1986). *Manual de Bioespeleología*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hoffmeister, D.F. (1957). Review of the long-nosed bats of the genus *Leptonycteris*. *Journal of Mammalogy*. 38, 454-461.
- Horner, M. A., Fleming, T. H. y Shaley C. T. (1998). Foraging energetic s of a nectar-feeding bat, *Leptonycteris curasoae* (Phyllostomidae). *Journal zoology*, 244, 575-586.
- Howell, D. J. (1974). Feeding and acoustic behavior in Glossophaginae bats. *Journal of Mammalogy*, 55, 292-308.
- Hoyt, R., Altenbach, A., Scoot, J. y Hafner, D. J. (1994). Observation on long-nosed bats (*Leptonycteris*) in New Mexico. *Southwestern Association of Naturalists*. 39 (2), 175-179.
- Huerta, M. C. (1991). *Los quirópteros de "Las Grutas", Ciudad Hidalgo, Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Humphrey, S. R. y Bonaccorso, F. (1979). Population and community ecology. En R. J. Baker, J. K. Jones y D. C. Carter (eds.). *Biology of bats of the New World family Phyllostomidae. Parte 3* (409-441). Estados Unidos. Sec. Publ. Mus., Texas Tech Univ.
- Hutchinson, G. E. (1959). Homage to Santa Rosalía, or why are there so many kinds of animals? *The Americans Naturalist*. 93, 145-159.
- Inman, D.L. y Nordstrom, C. E. (1971). On the Tectonic and Morphologic Clasification of Coasts. *J. of Geo*, 79(1).



IUCN. (2016). The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2016-1. Disponible en: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Recuperado el 30 de junio de 2016 de la base de datos de UICN.

Jones, J. K., Jr. y Genoways, H. H. (1970). Chiropteran systematics. En Slaughter, H. y Walton, W. D. (eds.). *About bats, a chiropteran symposium* (3-21). Estados Unidos, Texas: Southern Methodist University Press.

Jones, K. E., Purvis, A., McLamun, A., Bininda, O. R. P. y Simmons N. B. (2002). A phylogenetic supertree of bats (Mammalia: Chiroptera). *Biological Reviews*. 77, 223-259.

Juárez-Castillo, L. G. (2006). *Comparación del ensamble de murciélagos de la Reserva de la Biosfera de la Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México, con otras regiones áridas de Norteamérica*. Tesis de Licenciatura. Área Académica de Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Kunz, T. H. (1992). Roosting ecology of bats. En Kunz, T. H. (ed.). *Ecology of bats* (1-55). Estados Unidos Nueva York: Plenum.

Lacher, T. E. y Gómez-Ruiz, E. (2012). *Identifying Priority Sites for the Conservation of the Migratory Endangered Bat *Leptonycteris nivalis* in the United States and Northern Mexico*. BCI Final report.

León, L. y Romo, E. (1993). Mastofauna de la Sierra de Taxco, Guerrero. En Medellín, R. y Ceballos, G. (Eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Pp. 45-64) D. F., México: Publicaciones Especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología.

López Segurajáuregui, G. (2010). *Dieta del murciélago magueyero mexicano *Leptonycteris nivalis* (Chiroptera: Phyllostomidae) en cuatro cuevas del centro de México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

López, M. R. (1980). *Ciudad Hidalgo, monografías municipales*. México: Gobierno del estado de Michoacán.

López, S. G., Toledo, K. P. y Medellín, R. A. (2006). Cueva del Diablo: a bat cave in Tepoztlan. *AMCS Bulletin*. 19 (7), 264-270.

*Management*, 69, 1615-1622.

Medellín, R. A. (2002). *Justificación para la Creación de Santuarios para la Protección de Ecosistemas Cavernícolas. Estudios de Prospección y Gestión para nuevas ANP's*. México: CONANP.

Medellín, R. A., Abreu-Brobois, A., Arizmendi, M. C., Mellink, E., Ruela, E., Santana C. y Urbán, J. (2009). Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas. En *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio* (459-515). México: CONABIO.

Medellín, R. A., Rivero, M., Ibarra A., De la Torre, J. A., González Terrazas, T., Torres-Knoop, L. y Tschapka, M. (2018). Follow me: foraging distances of *Leptonycteris yerbabuenae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Sonora determined by fluorescent powder. *Journal of Mammalogy*, 99(2), 306–311.

Medellín, R., Arita, H. y Sánchez, O. (2008). *Identificación de los murciélagos de México*. Segunda Edición. México.: Instituto de Ecología UNAM.

Mercado, J., Pérez, M. y Alexander, D. (2013). Una nueva metodología para el análisis palinológico de muestras coprológicas en vertebrados polinizadores. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 5, 165-170.

Middleton, G. (2007). Cueva del Ferrocarril, México. *Journal of the Sydney Speleological Society*. 51 (615), 123-153.

- Molina- Freaner, F. y Eguiarte, L. E. (2003). The pollination biology of two paniculate agaves (agavaceae) from northwestern Mexico: contrasting roles of bats as pollinators. *American Journal of Botany*. 90(7), 1016–1024.
- Moreno Valdez, A., Honeycutt, R. y Grant, W. (2004). Colony dynamic of *Leptonycteris nivalis* (mexican long-nosed bat) related to flowering Agave in northern Mexico. *Journal of mammalogy*. 85 (3), 453-459.
- Moreno-Valdez, A., Grant, W. E. y Honeycutt, R. (2000). A simulation of Mexican long-nosed bats (*Leptonycteris nivalis*) migration. *Ecological modelling*. 134 (2000), 117-127.
- Nassar, J.O M., Galicia, R., Ibarra, A., y Medellín, R. A. (2016). Tracking the origin of the smearing behavior in long-nosed bats (*Leptonycteris spp.*). *Mammalian - Biology*. 81, 623-627.
- Nassar, J.M., Ramírez, N. y Linares, O. (1997). Comparative pollination biology of Venezuelan columnar cacti and the role of nectar-feeding bats in their sexual reproduction. *Amer. J. Bot.* 84, 918-927.
- Neuweiler, G. (2000). *The biology of bats*. Estados Unidos, Nueva York: Oxford University Press.
- Newton, L. R., Nassar, J., y Fleming T. H. (2003). Genetic population structure and mobility of two nectarfeeding bats from Venezuelan deserts: inferences from mitochondrial DNA. *Molecular Ecology*. 12, 3191-3198.
- O. Salzar, K. A. y R. Fernández, R. C. (2001). *Cambios en la abundancia y la utilización de recursos florales a través de un año en los murciélagos nectarívoros de la región de Chamela, Jalisco*. Tesis de Licenciatura. Campus Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ober, H. K., Steidl, R. J. y Dalton, V. M. (2005). Resource and spatial-use patterns of an endangered vertebrate pollinator, the lesser long-nosed bat. *Journal of Wildlife*

Palacios Vargas, J. G. y Morales Malacara J. B. (1983). Biocenosis de algunas cuevas de Morelos. *Mém. Biospéol.* 10, 163- 169.

Pianka, E. (1974). Niche overlap and diffuse competition. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 71, 2141-2145.

Pianka, E. R. (1980). *Ecología Evolutiva*. España, Barcelona: Editorial Omega.

Pleasants, J. 1983. Nectar production patterns in *Ipomopsis aggregata* (Polemoniaceae). *American Journal of Botany*, 70, 1468–1475.

Quintana Pearce, K., Obispo Morgado, G. y Granados García, E. (2009). Indicadores de turismo sustentable y educación popular ambiental en cuevas de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán. Morelos. *Mundos Subterráneos.* 20, 147-152.

Quiroz, D. L., Xelhuantzi, M. S. y Zamora, M. C. (1986). Análisis palinológico del contenido gastrointestinal de los murciélagos *Glossophaga soricina* y *Leptonycteris yerbabuenae* en las Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero. *Serie Prehistoria: Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.* 1, 9-60.

Ramos-Frías, J. (2013). *Genética histórica del género Leptonycteris (Mammalia: Chiroptera) en poblaciones del centro de México*. Tesis de Maestría. Academia de Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Riechers Pérez, A., Martínez Coronel, M, y Vidal López, M. (2003). Consumo de polen de una colonia de maternidad de *Leptonycteris curasoae yerbabuenae* en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.* 74, 43-66.

Rodríguez-Peña, N., Stoner, K. E., Schondube, J. E., Ayala-Berdón, J., Flores-Ortiz, C. M. y Martínez del Río, C. (2007). Effects of sugar composition and concentration on food selection by Saussure's long-nosed bat (*Leptonycteris curasoae*) and the long-tongued bat (*Glossophaga soricina*). *Journal of Mammalogy*, 88(6), 1466–1474

Rojas Martínez, A. E., Aguilar López, M., Ramos Frías, J., Cornejo Latorre, C., Cruz Hernández, J., y Noguera Cobos O. (2011). Reproducción del murciélago polinizador *Leptonycteris nivalis* (Chiroptera: Glossophaginae) en Hidalgo, México. *Mesoamericana*. 15 (2), 119.

Rojas, A. E. (1996). *Estudio poblacional de tres especies de murciélagos nectarívoros considerados como migratorios y su relación con la presencia estacional de los recursos florales, en el Valle de Tehuacán y la Cuenca del Balsas*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Rojas-Martínez, A. E., Godínez, H., Valiente-Banuet, A., Arizmendi M. del C. y Sandoval, O. (2012). Frugivory diet of the lesser long-nosed bat (*Leptonycteris yerbabuena*), in the Tehuacán Valley of central Mexico. *THEYRA*. 3(3), 371-380.

Rojas-Martínez, A., Aguilar-López, M. y Noguera-Cobos, O. (2010). *Caracterización y protección del hábitat del murciélago magueyero (L. nivalis) dentro del desarrollo ecoturístico Barranca de Aguacatitla, en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán*. Informe Técnico PROCODES-RBBM.

Rzedowski, J. (1983). *Vegetación de México*. México: Limusa.

Rzedowski, J. (2006). Bosque tropical caducifolio. En Rzedowski, J. (Ed.). *Vegetación de México* (pp. 200-214). México: Limusa.

Sánchez Casas, N. (2004). *Disponibilidad de alimento, dieta y patrón reproductivo de una población residente de Leptonycteris yerbabuena (Phyllostomidae: Glossophaginae) en una selva baja caducifolia en Morelos, México*. Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional.

Sánchez, L. R. (2004). *Dieta del murciélago maguero mayor Leptonycteris nivalis (Chiroptera: Phyllostomidae) en la Cueva del Diablo., Tepoztlán, Morelos*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Sánchez, R. y Medellín, R. A. (2007). Food habits of the threatened bat *Leptonycteris nivalis* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a mating roost in Mexico. *Journal of Natural History*. 41, 1753-1764.

Sánchez-Mejorada, H. (1978). *Manual de campo de las cactáceas y suculentas de la Barranca de Metztitlán*. D. F., México: Sociedad Mexicana de Cactología

Saussure, M. H. (1860). Note compléitaire sur quelques mammifères du Mexique. *Rev. Mag. Zool.*, París, ser. 2 (13), 3.

Simmons, N. B. (2005). Orden quiroptera. En Wilson, D. E. y Reeder, D. M. (eds.). *Mammal species of the world. A Taxonomix and Geographhic Reference*. (312-529). Estados Unidos, Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Sosa, M. y Soriano, P. (1993). Solapamiento de dieta entre *Leptonycteris curasoe* y *Glossophaga longirostris* (Mammalia: Chiroptera). *Rev. Biol. Trop.*, 41, 529-532.

SPP. (1992) *Síntesis geográfica del estado de Hidalgo*. Aguascalientes, México: SSP, INEGI.

SPP. 1992. *Síntesis geográfica del estado de Hidalgo*, SSP, INEGI, Aguascalientes, México.

Stoner, K., Salazar, K., Fernández, R. y Quezada, M. (2003). Population dynamics, reproduction, and diet of the lesser long-nosed bat (*Leptonycteris curasoae*) in Jalisco, Mexico: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*. 12, 357–373.

Tamayo, J. (1949). *Geografía general de México*. Tomos I y II. México: Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. Trillas.

Téllez Zenteno, J. G. (2001). *Migración de los murciélagos-hocicudos (Leptonycteris) en el trópico mexicano*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Thomas, D. W. (1988). Analysis of diets of plant-visiting bats. En Kunz, T. H. (Ed.). *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (pp. 211-220). Washington, Estados Unidos: Smithsonian Institution Press.

Toelch, U, y Wonter, Y. (2006). Psychometric function for nectar volume perception of a flower-visiting bat. *Journal of Comparative Physiology A*, 193, 265-269.

Toledo, A. (2003). Ríos, costas, mares. *Hacia un análisis integrado de las regiones hidrológicas de México*. México: Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT.

Toledo, K. P. (2009). *Hábitos reproductivos del murciélago magueyero mayor Leptonycteris nivalis (Chiroptera: Phyllostomidae) en la “Cueva del Diablo”, Tepoztlán Morelos, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Torres Knoop, L. (2014). *Refugio de apareamiento de Leptonycteris nivalis: modelación y búsqueda de un recurso limitante*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Torres, C., y Galetto, L. (1998). Patterns and implications of floral nectar secretion, chemical composition, removal effects and standing crop in *Mandevilla pentlandiana* (Apocynaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. 127, 207–223.

Trejo Salazar, R. E. (2007). *Dinámica de la polinización de Agave difformis, A.garciae-mendozae y A. striata (Agavaceae) en la Barranca de Metztitlán, Hidalgo*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Trejo-Salazar, R. E., Scheinvar, E. y Eguiarte, L. (2015). ¿Quién poliniza realmente los agaves? Diversidad de visitantes florales en 3 especies de Agave (Agavoideae: Asparagaceae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 86, 358-369.

Tshapka, M y Dressler, S. (2002). Chiropterofily: on bat-flowers and flower bats. *Curti's Botanical Magazine*- 19 (2): 114-125.

U.S. Fish and Wildlife Service. (1994a). *Plan de Recuperación del murciélago magueyero (Leptonycteris nivalis)*. Albuquerque, Nuevo México: U. S. Fish and Wildlife Service.

U.S. Fish and Wildlife Service. (1994b). *Plan de Recuperación del murciélago magueyero (Leptonycteris yerbabuena)*. Albuquerque, Nuevo México: U. S. Fish and Wildlife Service.

Valiente-Baunet, A., Rojas-Martínez, A., Del Coro Arizmendi, M. y Dávila, P. (1997). Pollination biology of two columnar cactaci (*Neobuxbaumia mezcalaensis* and *Neobuxbaumia macrocephala*) in the Tehuacan Valley, Central Mexico. *Stor*. 84, 452-455.

Vaughan, T. A., Ryan, J. M. y Czaplewski, N. J. (2011). *Mammalogy*. Massachusetts, Estados Unidos: Jones and Bartlett.

Vázquez, G. y Roldán, I. E. (2010). Evaluación de los cambios de cobertura del suelo en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Papeles de Geografía*, 51(52), 307-316.



Veza, M., Pepi, M., Guarnieri M., Artese, D., Rascio, N., y Pacini, E. (2006). Ivy (*Hedera helix* L.) flower nectar and nectary ecophysiology. *International Journal of Plant Sciences*, 167, 519–527.

Vidal, R. (2005). Región 8. Cuenca del Río Balsas y Valles de Oaxaca. En Vidal, R. (Ed.). *Las regiones climáticas de México*. (pp. 145-162). México: Instituto de Geografía. UNAM.

Villalpando Rosaldo, J. A. (2006). *Dinámica poblacional de *Leptonycteris yerbabuena* en el centro de México*. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Villalpando, J. A. (2006). *Dinámica poblacional de *Leptonycteris yerbabuena* en el centro de México*. Tesis de Maestría. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Villa-R., B. (1967). *Los murciélagos de México, Su Importancia en la Economía y la Salubridad-Su Clasificación Sistemática*. México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, G., Fagua, F., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A.M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá, Colombia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt

Vleut, I., Galindo-González, J., de Boer, W. F, Levy-Tacher, S. I. y Vázquez L. B. (2015). Niche Differentiation and its Relationship with Food Abundance and Vegetation. Complexity in Four Frugivorous Bat Species in Southern Mexico. *Biotropica*, 0(0): 1–10 2015.

Voigt, C., Kelm, D. H., Bradley B. J. y Ortmann S. (2009). Dietary analysis of plant visiting bats. En: Kunz T. H. y Parsons, S. (Eds.) *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Baltimore, Estados Unidos: The Jonh Hopkins University Press.

Watkins, L. C., Jones J. K. y Genoways, H.H. (1972). Bats of Jalisco, Mexico. *Spec. Publ. Mus., Texas Tech University*, 1, 1-44.

Wilkinson, G. S. y Fleming T. H. (1996). Migration and evolution of lesser long nosed bats *Leptonycteris curasoae* inferred from mitochondrial DNA. *Molecular ecology*. 5, 329-339.

Wilson, D. E. y Reeder, D. M. (2005). *Mammal species of the world. A taxonomic and Geographic Reference*. Estados Unidos, Baltimore: Johns Hopkins University Press.