



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

---

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ENSAMBLE DE MURCIÉLAGOS DEL JARDÍN BOTÁNICO  
XOYOQUILA, SIERRA NORORIENTAL DE PUEBLA, MÉXICO

TESIS DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

PRESENTA:  
REBECA SELENE MIGUEL MÉNDEZ

TUTOR: MA. CONCEPCIÓN LÓPEZ TÉLLEZ  
CO-TUTOR: ANGEL ALONSO ROMERO LÓPEZ

AGOSTO DE 2017



## ÍNDICE

i) RESUMEN.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ANTECEDENTES.....	5
2.1 Importancia de los quirópteros.....	5
2.2 Frugivoría.....	6
2.3 Percepción.....	7
3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	8
3.1 Pregunta de investigación.....	9
4. OBJETIVOS.....	10
4.1 General.....	10
4.2 Particulares.....	10
5. ÁREA DE ESTUDIO.....	11
6. MÉTODO.....	14
6.1 Captura de ejemplares.....	16
6.2 Determinación de la dieta.....	16
6.3 Bioensayos de selección de fruto.....	19
6.4 Percepción de los pobladores hacia los murciélagos.....	20
7. ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	21
7.1 Composición taxonómica, categoría de riesgo y lista anotada.....	21
7.2 Esfuerzo de captura y representatividad del muestreo.....	21
7.3 Abundancia absoluta, relativa y dominancia.....	22
7.4 Diversidad y Equidad de Pielou.....	22
7.5 Estructura del ensamble.....	22
7.6 Patrones de alimentación de murciélagos frugívoros.....	23
7.7 Bioensayos de selección de fruto.....	24
7.8 Percepción de los pobladores sobre los murciélagos.....	24
8. RESULTADOS.....	25
8.1 Composición taxonómica, categoría de riesgo y lista anotada.....	25
8.2 Esfuerzo de captura y representatividad del muestreo.....	26
8.3 Abundancia absoluta, relativa y dominancia.....	27
8.4 Diversidad y Equidad de Pielou.....	30
8.5 Estructura del ensamble.....	31
8.6 Patrones de alimentación de murciélagos frugívoros.....	35
8.7 Bioensayos de selección de fruto.....	40
8.8 Percepción de los pobladores sobre los murciélagos.....	44
9. DISCUSIÓN.....	53
9.1 Composición taxonómica, categoría de riesgo y lista anotada.....	53
9.2 Esfuerzo de captura y representatividad del muestreo.....	54
9.3 Abundancia absoluta, relativa y dominancia.....	54
9.4 Diversidad y Equidad de Pielou.....	55
9.5 Estructura del ensamble.....	55
9.6 Patrones de alimentación de murciélagos frugívoros.....	58
9.7 Bioensayos de selección de fruto.....	59
9.8 Percepción de los pobladores sobre los murciélagos.....	61
10. CONCLUSIONES.....	65
11. RECOMENDACIONES.....	66
12. BIBLIOGRAFÍA.....	67
13. ANEXOS.....	72

## **i. RESUMEN**

En este trabajo se analiza el ensamble de murciélagos presentes en el Jardín Botánico Xoyoquila (JBX), ubicado en el municipio de Hueytamalco, en la Sierra Nororiental de Puebla, así como al de algunos aspectos de la relación de los murciélagos frugívoros, su dieta, las interacciones que mantienen estos con los frutos que consumen y la percepción de los pobladores hacia ellos. La zona se caracteriza por presentar un paisaje en el que predominan las actividades agropecuarias con parches de vegetación nativa de bosque tropical perennifolio. Se trabajó cinco días de cada mes desde marzo de 2015 a marzo de 2016, utilizando métodos de colecta para quirópteros y plantas, así como bioensayos de selección de frutos. Se capturaron 621 murciélagos en 504 m de red por 300 h, durante 60 noches. Se registraron 22 especies, pertenecientes a 16 géneros y cuatro familias, de la cual la mejor representada fue Phyllostomidae (72.72%). Solo dos especies presentan estatus de conservación, *Enchisthenes hartii* (Thomas) y *Leptonycteris yerbabuena* (Martínez y Villa-R.), ambos abajo protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la última como casi amenazada en la International Union for Conservation of Nature. Los estimadores Jackknife de primer orden y Bootstrap mostraron que falta registrar entre dos y cinco especies. La mayor abundancia de individuos se encontró en la temporada húmeda. La especie más abundante y dominante de la zona fue *Sturnira liliium* (É. Geoffroy) con 225 individuos (36.46%). El número de murciélagos por red por hora trabajada fluctuó de 0.81 a 1.78. El índice de diversidad de Shannon para el ensamble fue de  $H' = 1.98$ , lo cual indica que el porcentaje de diversidad es medio (64.21%). Se registraron seis grupos por tamaño y siete gremios tróficos, donde se observa un solapamiento de nicho; el gremio de frugívoros posee el mayor número de especies. La dieta de los frugívoros está conformada principalmente por la planta pionera *Piper hispidium* (Kunth) que se consume en temporada húmeda y seca, la cual prefieren en un 63%. Los resultados de los bioensayos donde se ofrecieron frutos silvestres y cultivados, reflejan que *S. liliium* y *Carollia sowelli* (Baker, Solari & Hoffmann) prefieren consumir *Musa x paradisiaca* (L.) y *P. aduncum*, respectivamente. La percepción general de los pobladores de Hueytamalco es negativa, argumentando que los murciélagos son malos, a pesar de los servicios ecosistémicos que proporcionan. Aunque creen que realizan polinización y control de insectos, les adjudican daños principalmente por ser nocturnos y alimentarse de sangre. Los resultados de este trabajo permiten proponer un programa de educación ambiental del JBX que permita la conservación de este grupo, la germinación de semillas para la reforestación de especies pioneras en áreas degradadas, así como concientización a la población sobre los beneficios que otorgan los murciélagos.

**Palabras clave:** Murciélagos, gremios tróficos, Jardines botánicos, percepción hacia murciélagos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Puebla es uno de los 32 estados de la República Mexicana que se caracteriza por ubicarse en la parte centro-este, con una superficie de 34,290 km<sup>2</sup>, presentando una heterogeneidad topográfica reflejada en cuatro provincias biogeográficas como son la Sierra Madre Oriental, la Llanura Costera del Golfo Norte, el Eje Neovolcánico, y la Sierra Madre del Sur. En la entidad poblana destaca la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental cuya cadena montañosa se ubica en el Norte; posee una longitud de 100 km y una anchura de 50 km, con climas templados a cálidos, con una alta humedad que ha favorecido el desarrollo de tipos de vegetación como la selva alta perennifolia y bosque mesófilo de montaña (CONABIO, 2011).

Como en muchos otros territorios, las áreas boscosas han sufrido cambios en cuanto a su estructura, modificándose derivado del desarrollo de actividades antrópicas tales como la deforestación y fragmentación por el cambio de uso del suelo para la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, la tala clandestina, el desarrollo de infraestructuras humanas principalmente (Alvarado *et al.*, 2006).

El trabajo realizado en esta investigación hace referencia a la localidad de Xoyoquila, perteneciente al municipio de Hueytamalco dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental. La mayor parte de las actividades que se practican en esta localidad son las agropecuarias, lo que ha generado una fragmentación de la vegetación, quedando áreas reducidas de selva alta perennifolia con vegetación secundaria, pastizales inducidos y relictos de bosque mesófilo de montaña (CONABIO, 2010). A pesar de dicha modificación en los ecosistemas en el municipio de Hueytamalco, la región presenta una alta diversidad faunística, en la cual destacan los quirópteros como un grupo de mamíferos importantes por el tipo de procesos ecológicos que realizan como resultado de la especialización en sus hábitos alimenticios, por sus esquemas coevolutivos con las plantas, por sus niveles poblacionales y sus adaptaciones a la búsqueda de alimento. Todo ello se traduce en servicios ecosistémicos (Medellin, 1993; Gándara-Fierro *et al.*, 2006).

En América Latina se encuentra la mayor riqueza de especies de murciélagos del mundo, de los cuales, México cuenta con 144 especies, agrupadas en siete familias (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014) que se encuentran distribuidas heterogéneamente

dentro del territorio nacional. Esto quiere decir que se les encuentra en diferentes tipos de vegetación, como bosque tropical perennifolio, subcaducifolio y caducifolio, bosque espinoso, bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, pastizal y matorral xerófilo (Calixto-Benites, 2013).

Para el estado de Puebla se han reportado 66 especies (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014), donde la mayor riqueza y diversidad por tipos de vegetación y regiones faunísticas se concentra en la Sierra Madre Oriental con un 64.2% (Vargas-Miranda *et al.*, 2008). Para el municipio de Hueytamalco se han registrado 33 especies donde los filostómidos son los más abundantes y diversos (Calderón-Patrón *et al.*, 2013).

Con respecto a su gremio trófico, los murciélagos a nivel mundial se agrupan de la siguiente manera: un 70% de las especies de murciélagos se alimentan de insectos y pueden controlar poblaciones de insectos plaga o vectores de enfermedades (Gándara-Fierro *et al.*, 2006); otro 20% son frugívoros, por lo que mantiene una relación ecológica de tipo mutualista con las plantas, ya que ayuda a la dispersión de sus semillas. Esta relación es un fenómeno dominante en los bosques tropicales (Loayza *et al.*, 2006); el 7% de las especies de murciélagos se encuentra en el gremio de los nectarívoros, que al alimentarse de la flor cumplen la función de polinizadores, ayudando así a la reproducción sexual de las plantas y al intercambio de información genética que permite la posibilidad de adaptación ante cambios en el ambiente y da mayor resistencia a enfermedades y plagas (Arita y Humphrey, 1988; Gándara-Fierro *et al.*, 2006); y únicamente el 3% de las especies se alimenta de pequeños roedores, aves, peces y anfibios y solo tres especies en todo el mundo se alimentan de sangre. Por los hábitos alimentarios de estas últimas es que se ha generado percepción negativa hacia el grupo en general, ya que se reconocen como principales transmisores de rabia en el trópico y neotrópico de México (Flores-Crespo, 1998; Gándara-Fierro *et al.*, 2006).

Por esta razón es importante realizar investigación sobre el ensamble de murciélagos para ampliar el conocimiento, específicamente en el Jardín Botánico Xoyoquila (JBX) ubicado en el municipio de Hueytamalco en el estado de Puebla, que permita describir las abundancias de las especies presentes, la estructura trófica, así como la percepción de los pobladores sobre estos organismos.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Importancia de los quirópteros

Los murciélagos tienen funciones ecológicas importantes, por ejemplo, el control de plagas y enfermedades como parte de los servicios ecosistémicos; este beneficio implica un ahorro económico que no afecta la salud, por lo que pueden ser considerados como controladores de plagas “sostenibles”, ya que cumplen con beneficios económicos, sociales y de salud (Gándara-Fierro *et al.*, 2006). Aunque el plaguicida agroquímico y el murciélago cumplen la misma función de hacer decrecer la población de insectos plaga, beneficiando así al cultivo, el agroquímico implica diferentes costos tanto sociales, económicos y de salud por su aplicación, además de tener un impacto en el ecosistema por la inespecificidad de la acción de los productos, que afectan no únicamente al insecto plaga, sino también a otros organismos, incluso benéficos.

El excremento de murciélagos, conocido como guano, es rico en nitrógeno y resulta un excelente fertilizante natural para los cultivos (Colodner-Chamudis y Olivares-Romero, 2008). Sin embargo, si no se tiene el manejo adecuado pueden infectarse por el hongo que crece en él, generando histoplasmosis, una micosis que afecta la piel y los pulmones, causada por la inhalación de aerosoles conteniendo microesporas (microconidios) y pequeños fragmentos de hifas del hongo *Histoplasma capsulatum* (Darling) (Taylor *et al.*, 2000; Colodner-Chamudis y Olivares-Romero, 2008).

Los murciélagos se alimentan de un amplio espectro de especies vegetales, defecando las semillas ingeridas en las primeras horas de la noche durante sus vuelos, denominándosele dispersión o “lluvia de semillas”. Los beneficios que reciben las plantas al dispersar sus semillas incluyen el transporte a largas distancias, mayor proporción de flujo genético, menor competencia entre la planta progenitora y la semilla dispersada, disminución de la mortalidad de las semillas por depredadores y hongos o artrópodos, así como la propagación de semillas a diversos hábitats (Olea-Wagner *et al.*, 2007). La dispersión efectuada por murciélagos es de dos a siete veces mayor a la realizada por aves, debido a que las aves solo consumen la parte comestible del fruto, dejando caer las semillas bajo la planta madre. Los murciélagos,

por el contrario, consumen toda la fruta y excretar durante el vuelo o cuando perchan en un árbol diferente (Gaona-Pineda, 1997).

Muchas especies de magueyes y algunos cactus columnares tienen características florales que muestran una tendencia hacia la polinización nocturna, por lo que los murciélagos cumplen la función de un polinizador primario, superando incluso a los insectos en esta labor (Arita y Humphrey, 1988; Trejo-Salazar *et al.*, 2015). También se ha reportado que algunas especies de género *Agave* tienen una fuerte relación con murciélagos del género *Leptonycteris*, ya que necesitan de estos para su polinización y reproducción en los ecosistemas secos, comparándose en magnitud con la frugívora, relación que se mantiene en el bosque neotropical húmedo (Rojas-Martínez, *et al.* 2012). Los murciélagos carnívoros son considerados como reguladores de poblaciones de otros vertebrados incluyendo murciélagos que son sus presas y son considerados bioindicadores del estado de conservación del hábitat, ya que dependen de él para encontrar refugio y alimento (CONABIO, 2017). Para los ganaderos, la presencia del murciélago hematófago representa un daño económico, ya que algunas reses y aves de corral mueren por anemia, debido a que los murciélagos consumen demasiada sangre de ellas o pueden contagiarlas con rabia parálitica bovina, enfermedad que impide el movimiento y termina con la vida del animal (Flores-Crespo, 1998). Sin embargo, se han estudiado las propiedades de la saliva de estos murciélagos ya que la enzima conocida como DSPA (desmoteplasa) está siendo estudiada como una alternativa para el tratamiento de los derrames cerebrales (Liberatore *et al.*, 2003).

## **2.2 Frugivoría**

Los murciélagos, aunque generalistas, pueden seleccionar y variar su alimento, especializándose en diferentes especies de plantas conforme se tornan disponibles a lo largo del año y al mismo tiempo, pueden mantener una dieta central, no estacional, de especies nutritivas que están disponibles a lo largo del año (Grajeda-Olvera, 2004; Loayza *et al.*, 2006). Por ello no consumen los frutos de manera aleatoria. Se ha observado que la selección que ellos realizan está determinada por factores intrínsecos y extrínsecos que afectan su conducta y que no son mutuamente

excluyentes (Hernández-Conrique, 1996).

Algunas especies de murciélagos frugívoros parecen ser más abundantes en zonas perturbadas que en zonas no perturbadas, debido a que los murciélagos ahí encuentran con mayor frecuencia su alimento. Gaona-Pineda (1997) encontró una mayor dispersión en acahuales jóvenes. Así, la dispersión de semillas por estos organismos tiene un importante efecto sobre la regeneración y sucesión de bosques tropicales y el mantenimiento de la diversidad genética de las plantas (Gaona-Pineda, 1997; Saldaña-Vázquez, 2014).

En el caso particular de las praderas ganaderas abandonadas, en donde la mayoría de especies son pastos, la regeneración dependerá en su mayoría de la dispersión de semillas que arriban de la matriz de vegetación que le rodea (Fuentealba-Durand, 2009). Debido a esto, se han realizado estudios que relacionan la capacidad de dispersión de semillas y cómo estas ayudan a la sucesión de la vegetación en áreas perturbadas (Gaona-Pineda, 1997; Loayza *et al.*, 2006; Olea-Wagner *et al.*, 2007; Reyes-Velázquez, 2011; Calixto-Benites, 2013).

### **2.3 Percepción**

Cabe destacar que gracias a las adaptaciones morfofisiológicas de los murciélagos, así como a la especialización de su dieta y a sus hábitos nocturnos, se han construido mitos y leyendas a su alrededor, como en la mitología de Mesoamérica, donde son considerados “mensajeros de los dioses”, representando la dualidad de la vida y la muerte, una divinidad bivalente que encarna al mal pero también representa a un ser que protege a la naturaleza, sus recursos y a sus hijos (Gabriel-Cruz, 2007; Torres-Romero y Fernández-Crispín, 2012). Desafortunadamente, en México dichos mitos se han alterado, de modo que ya no se ven como deidades, si no como seres oscuros, feos, sucios y transmisores de enfermedades a los que se les teme (Torres-Romero y Fernández-Crispín, 2012). Esta percepción negativa, tanto en comunidades urbanas como rurales, provoca que los pobladores tiendan a causarles daños, sumado a la destrucción de sus hábitats, por lo que las poblaciones de esta fauna están disminuyendo (Gabriel-Cruz, 2007).

### 3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El cambio del uso del suelo presenta un gran dilema, ya que es esencial para la humanidad; sin embargo, las actividades económicas se antepone a las ambientales, provocando el deterioro de los ecosistemas de los cuales dependemos para nuestra supervivencia. Asimismo, ante esta situación se requiere del diseño de estrategias de manejo sustentable que permitan reestablecer la relación hombre-naturaleza (Evangelista- Oliva *et al.* 2010).

Actualmente, en la parte Norte del estado de Puebla se han perdido grandes extensiones de vegetación nativa, donde se puede apreciar un mosaico o fragmentos de zonas de cafetales, ya que, gracias a su altitud (300 y 1 400 msnm) la convierte en una zona idónea para esta plantación, terrenos de cultivos anuales (maíz, frijol y chile), potreros para ganadería extensiva (bovinos), huertos familiares y de sistemas de cultivo permanente (platanos, cítricos), todos ellos a su vez, mezclado con fragmentos cada vez más pequeños de vegetación primaria y secundaria (Evangelista-Oliva *et al.*, 2010).

En el municipio de Hueytamalco, ubicado en la Sierra Nororiental de Puebla (Región II; INAFED, 2010), las actividades económicas que practican los pobladores son la producción de cultivos tropicales (café, plátano, vainilla y cítricos), de los cuales una parte son exportados. También se encuentran grandes extensiones deforestadas para la introducción de pastos, principalmente para sustentar la ganadería extensiva (Cossío-Bayúgar, 2007; Hernández-Roblero, 2011). Sin embargo, la baja oferta de trabajo en el municipio ha provocado que la economía de pequeñas comunidades se base en cultivos a menor escala como papaya, lichi, macadamia, tepejilote, chayote, maíz, frijol y algunas hortalizas en traspatio (Hernández-Roblero, 2011), además de dedicarse al turismo de naturaleza principalmente (recorridos guiados en grutas, visitas a cascadas y ríos), que en exceso afecta la vegetación original de la zona (Cossío-Bayúgar, 2007). Cabe señalar que a pesar de la fragmentación que ha sufrido la vegetación en la zona, dentro del municipio existen áreas con una alta diversidad biológica, representativa del trópico húmedo mexicano que es el ecosistema con mayor biodiversidad del país. Por lo tanto, estas áreas representan un gran potencial para la conservación y manejo de la fauna silvestre (Hernández-

Roblero, 2011).

Durante los últimos años, con la creciente preocupación mundial por conservar la vegetación natural, las instituciones botánicas han asumido el liderazgo en su papel como conservadoras de la flora mundial, creando estrategias para la conservación de la vegetación como son los Jardines Botánicos, los cuales son pieza fundamental para la conservación *in situ* y *ex situ* (Vovides *et al.*, 2010). Los Jardines Botánicos son instituciones dedicadas a la conservación, investigación, educación ambiental, protección y reproducción de especies amenazadas o en peligro de extinción (Caballero, 2012). Tienen como fin principal el custodiar la protección de las especies vegetales y disminuir su colecta, con el fin de asegurar la supervivencia de las especies, además de ofrecer un recurso para reintroducción dentro de hábitats deteriorados e incremento de poblaciones como parte del manejo de ecosistemas (BGCI, 2006). En la localidad de Xoyoquila, perteneciente al municipio de Hueytamalco, se ha establecido un Jardín Botánico de iniciativa privada, cuyo objetivo central es el cuidado del medio ambiente y contribuir a la conservación de manera *ex situ* a la flora local, así como el rescate del conocimiento tradicional mediante educación ambiental. Por lo tanto, el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento del ensamble de murciélagos del Jardín Botánico Xoyoquila (JBX) ubicado en la Sierra Nororiental del estado de Puebla, así como analizar algunos aspectos sobre la relación de los murciélagos frugívoros, su dieta, las interacciones que mantienen estos con los frutos que consumen y la percepción de los pobladores hacia ellos. Dicha información nos permitirá conocer el papel ecológico que está desempeñando cada una de las especies de estos animales y con base en ello, proponer campañas de manejo y conservación de bosque tropical perennifolio que predomina en la zona.

### **3.1 Pregunta de Investigación**

¿Cuál es la estructura taxonómica y trófica del ensamble de murciélagos del JBX y cómo es la percepción de estos organismos por los pobladores de la localidad?

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 General**

Describir la riqueza, abundancia, diversidad y estructura del ensamble de murciélagos presentes en el JBX, Hueytamalco.

### **4.2 Particulares**

- Determinar la composición de especies del ensamble de murciélagos presentes en el JBX.
- Establecer la estructura trófica del ensamble de murciélagos presentes en el JBX.
- Establecer la dieta de las especies frugívoras del ensamble de murciélagos presentes en el JBX.
- Evaluar la preferencia de frutos por especies de murciélagos frugívoros del JBX, por medio de bioensayos en campo.
- Describir la percepción de los pobladores de la comunidad de Xoyoquila, Hueytamalco, sobre los murciélagos.

## 5. ÁREA DE ESTUDIO

El Jardín Botánico Xoyoquila (JBX) se encuentra en la comunidad de Xoyoquila, ubicada en el municipio de Hueytamalco, en el Estado de Puebla, México; en la parte Nororiental del estado de Puebla, México (Figura 1). Sus coordenadas geográficas son 19° 56' 25.5942" al Norte, 97° 17' 14.334" al Oeste. La mayor parte del municipio pertenece a las regiones morfológicas del declive del Golfo de México y el extremo Sur pertenece a la Sierra Norte. Se localiza en la vertiente hidrográfica septentrional del Estado, constituida por las cuencas parciales de los ríos que desembocan en el Golfo de México; varios de ellos son importantes ya que en su mayoría bañan el territorio en dirección Sur-Norte, como el Río "María de la Torre", el arroyo "Puente de Piedra", el Río "Cedro Viejo" y los arroyos "Poza Verde", "Blanco" y "Mixiate" (INAFED, 2016). El clima de la comunidad es cálido húmedo con abundante lluvia en verano (Am) y la temperatura media anual mayor de 22°C. La temperatura del mes más frío es mayor de 18°C. La precipitación del mes más seco es menor de 60 mm, con lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual. Los meses con mayor precipitación son junio, julio, agosto, septiembre y octubre (García, 1964; CONAGUA, 2015).

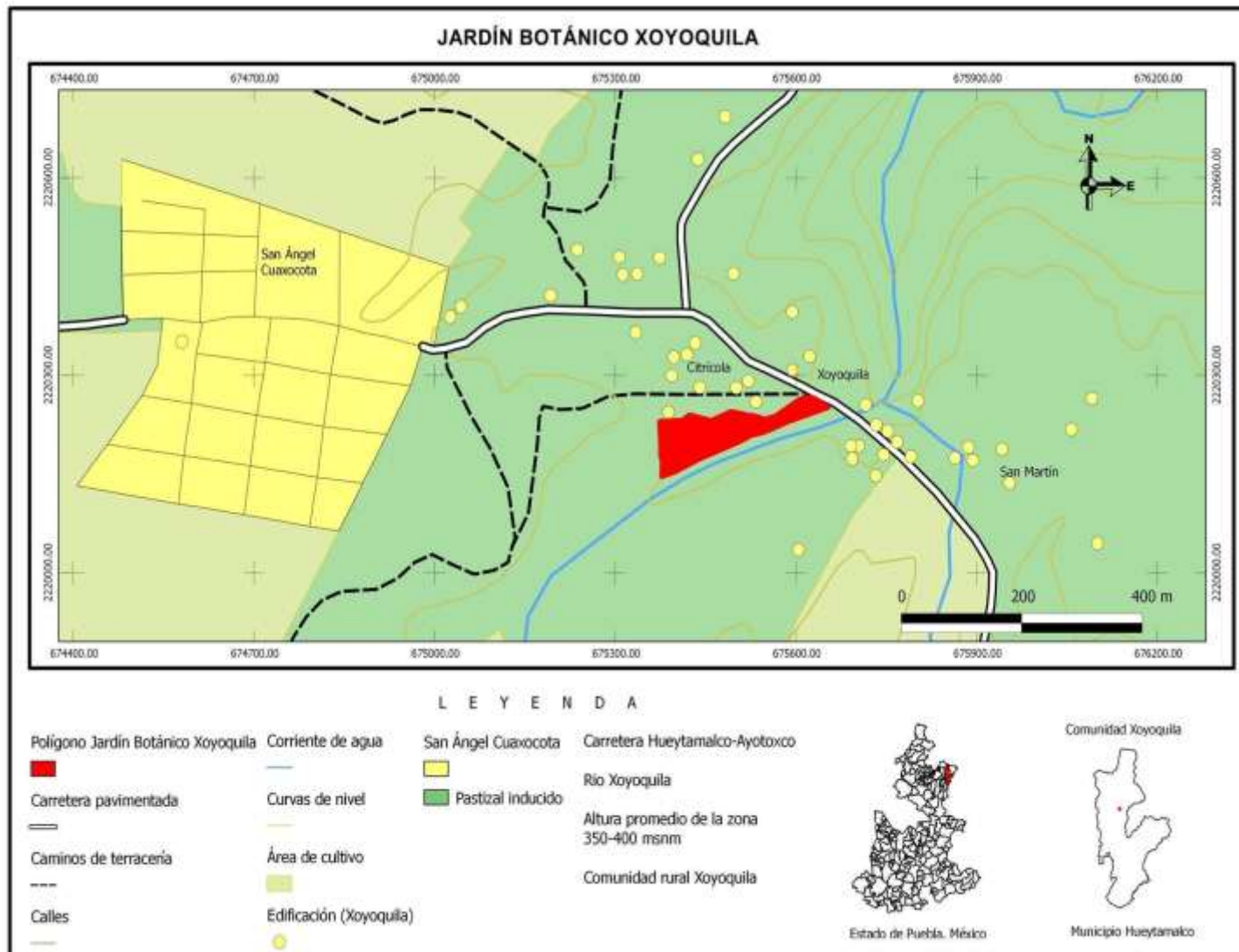
Su relieve es sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío de rocas ígneas extrusivas y los suelos son phaeozem, nitosol y regosol. El Río Xoyoquila cruza la zona (INEGI, 2015; INAFED, 2016).

La vegetación nativa de la región es el bosque tropical perennifolio, que es el tipo de vegetación más exuberante que existe. Debido al clima que proporciona suficiente agua y calor durante todo el año, las plantas tienen un gran desarrollo. Este tipo de vegetación es la más rica y compleja de todas las comunidades vegetales; en el país se desarrolla en altitudes entre 0 y 1000 msnm, predominando los árboles siempre verdes de más de 25 m de alto. Por lo común no todos los elementos son perennifolios, algunos pierden sus hojas durante una corta temporada en la parte seca del año. Una de las características más llamativas de esta vegetación es la abundancia de trepadoras leñosas que alcanzan tamaños tan grandes que su follaje compite con los árboles en los estratos superiores; dentro del grupo de epífitas predominan las familias Bromeliaceae y Orchidaceae (Rezendowski, 2006). Este tipo

de vegetación se ha sustituido en su mayoría por zonas agrícolas. Debido a las características climáticas favorables de la región, las cosechas pueden darse durante todo el año y sin necesidad de riego. Aunque la explotación forestal se realiza en menor medida, se tiene demanda de madera preciosa de árboles nativos como la caoba (*Swietenia macrophylla* King) y el cedro rojo (*Cedrela mexicana* M. Roem.). En cuanto a la industria, se explota el látex de *Manilkara zapota* ((L.) P. Royen), mejor conocido como el árbol del chicle; los rizomas de *Dioscorea composita* (Hemsl.) para la síntesis de hormonas esteroidales o las hojas de la palma camedor (*Chamaedorea* spp.) que se emplean en arreglos y adornos florales (Rezendowski, 2006).

Actualmente, la mayor parte del territorio de la comunidad está destinado a actividades agropecuarias y el uso del suelo es principalmente para agricultura, habiendo cultivos de café, lichi y naranjales. Además, existen grandes extensiones de pastizal inducido para potreros. Sin embargo, aún se encuentran pequeños parches de vegetación nativa (Vargas-Miranda *et al.*, 2008; INEGI, 2009; Peralta-Moctezuma, 2011; INEGI, 2015; INAFED, 2016).

La población de la comunidad de Xoyoquila está compuesta por 44 hombres y 26 mujeres, con un nivel de marginación alto y un rezago social medio. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 15.63% (15.63% en los hombres y 15.63% en las mujeres) y el grado de escolaridad es de 4.69 (5.10 en hombres y 4.26 en mujeres) (INEGI, 2009; INAFED, 2016).



**Figura 1.** Ubicación del JBX de la comunidad de Xoyoquila en el municipio de Hueytamalco, Puebla, México (Realizado por C. Rosa Angélica Martínez Hernández).

## 6. MÉTODO

El muestreo de murciélagos se realizó en el área del Jardín Botánico Xoyoquila (JBX), que cuenta con una extensión de una hectárea 4,480 m<sup>2</sup> y se distribuye en 22 colecciones botánicas, de las cuales 15 son dedicadas a colecciones de plantas vivas. Las colecciones establecidas son Zona mixta, Zona de bambúes, Cítricos, Zingiberales, Platanar, Zona de frutales, Orquídeas y Helechos, Plantas de uso tradicional, Huerto, Plantas exóticas, Sol y vida, Rosaleda, Cícadas, Flores y Suculentas (Figura 2).

Con este fin se colocaron las redes tratando de abarcar el mayor número de colecciones; sin embargo, solo dos puntos fueron constantes durante todo el muestreo, debido a que la cantidad de murciélagos capturados en estas colecciones fue mayor. La colección de Zona Mixta, donde la mayoría de especies vegetales son nativas y se exhiben al menos 20 familias botánicas (Apocynaceae, Araceae, Arecaceae, Cactaceae, Dioscoreaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Fagaceae, Lauraceae, Malvaceae, Meliaceae, Moraceae, Myrtaceae, Nyctaginaceae, Orchidaceae, Pinaceae, Poaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Verbenaceae) y la Zona de Frutales, que conserva y exhibe aproximadamente 42 especies de plantas frutales que se cultivan en la región tropical de México. La distancia entre estas colecciones es de aproximadamente 500 m y ambas zonas ofrecen una gran variedad de refugio y alimento que son aprovechados por los murciélagos.

Se realizaron doce salidas de campo al sitio de estudio durante el periodo comprendido entre marzo del 2015 y marzo del 2016; cada una de ellas abarcando cinco días por cada mes, evitando en todos los casos la “luna llena”, ya que en esta fase lunar la actividad de los murciélagos disminuye, presentándose el efecto conocido como “fobia lunar” (Coria-Villegas, 2014).



**Figura 2.** Croquis del JBX, donde ★ marca los puntos permanentes donde se colocaron las redes de niebla (Realizado por C. Rosa Angélica Martínez Hernández).

## **6.1 Captura de los ejemplares**

Para la colecta de los ejemplares se utilizaron cuatro redes de niebla, dos de ellas de 12x2.6m y dos de 9x2.6m arregladas en forma de "L" para obstaculizar el vuelo de los murciélagos y optimizar el esfuerzo de captura (Kunz, 1973). Las redes se abrieron al anochecer y permanecieron así por cinco hr, tiempo en que son más activos los murciélagos (Medellin *et al.*, 1997). Las redes fueron revisadas cada 30 min y una vez que cada murciélago era atrapado se retiraba de la red, usando guantes de carnaza, colocándolo en costales de manta para su traslado y posterior identificación. De cada individuo se registró el número del ejemplar, hora de captura, sexo, condición reproductiva, la longitud de antebrazo (medida con un vernier marca *Scala*), así como el peso (medido con un dinamómetro de 0-100 g marca *Pesola*).

La condición reproductiva de las hembras se dividió en activa, inactiva, preñada, lactante y postlactante. La hembra activa se identificó por la abertura de la vagina, mientras las hembras preñadas se determinaron por palpación, aunque en embriones pequeños fue difícil su detección. Para categorizar a las hembras lactantes se observaba la turgencia de las tetas y si presentaban leche; en el caso de que no, se consideraran hembras postlactantes y si las hembras no se encontraban en ninguna de las anteriores, se categorizaban como hembras inactivas. La condición reproductiva de los machos se clasificó con testículos abdominales y escrotados; estos últimos considerados como activos (Fleming *et al.*, 1972; Bonaccorso, 1978).

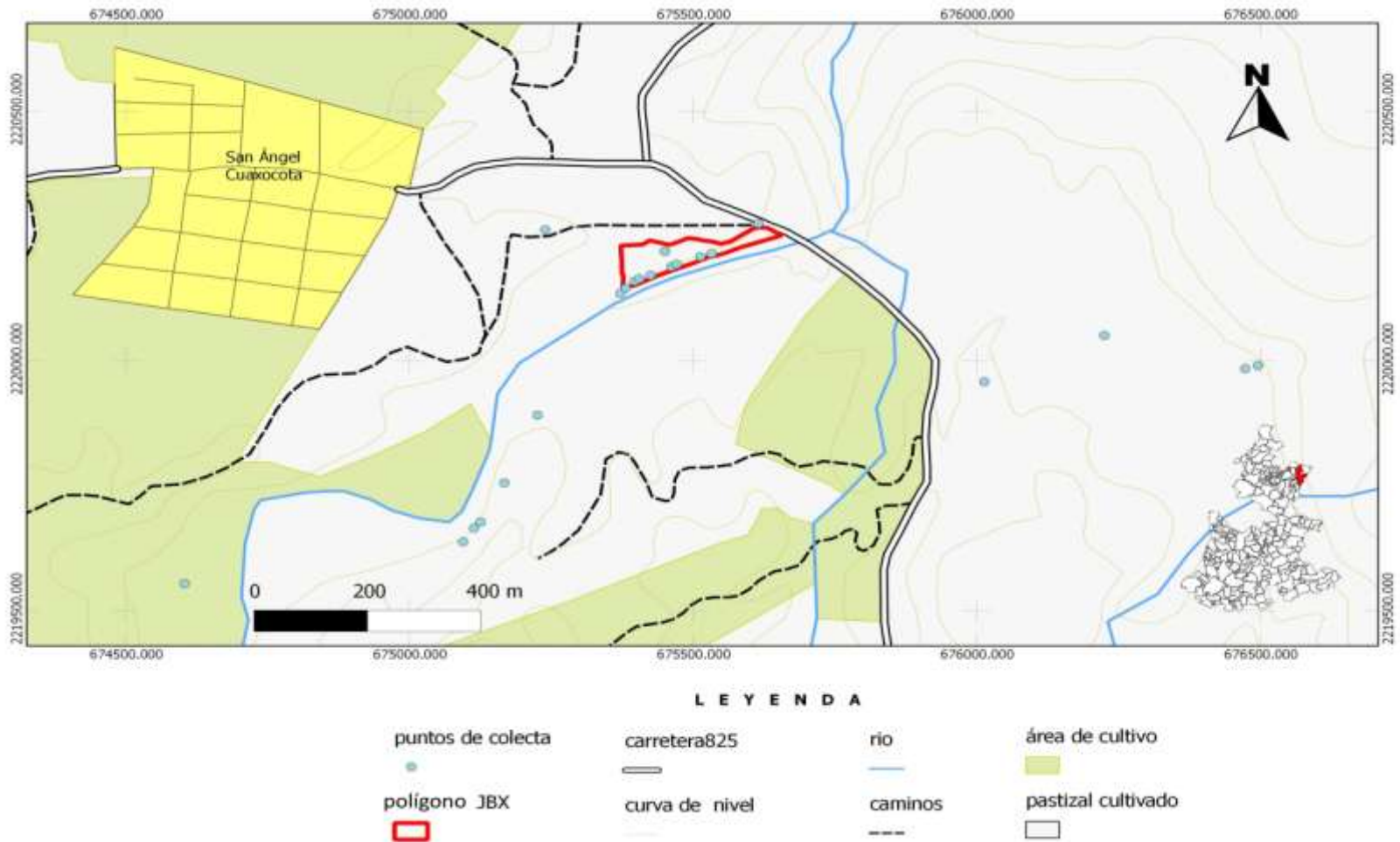
Los especímenes capturados se identificaron taxonómicamente con base en las claves dicotómicas del documento "Identificación de los murciélagos de México: Clave de campo" (Medellín *et al.*, 1997). Al momento de liberarse, se les colocó pintura no tóxica en las garras, para mantener un control de recapturas.

## **6.2 Determinación de la dieta**

Para esta la determinación de la dieta de los ejemplares, se colectaron únicamente excretas de las especies frugívoras; al momento de ser capturado cada individuo, se buscaron excretas en la red o en el suelo (justo debajo del murciélago) y si no se encontraban, los individuos se mantenían en el saco de manta hasta por un día. En

el caso de ser hembras preñadas, lactantes y postlactantes, se liberaron inmediatamente con el fin de causarles el menor estrés posible. Las excretas obtenidas al momento de la captura o en las horas posteriores se colocaron en papel encerado para que secan y se transportaran al laboratorio, donde se mantuvieron a temperatura ambiente.

Para la identificación de las especies de plantas consumidas se realizó una búsqueda de frutos posiblemente seleccionados por los murciélagos. Para ello, se efectuaron caminatas tomando como punto de inicio el JBX en diferentes direcciones, recorriendo aproximadamente un km de distancia. Se elaboró un mapa mostrando los recorridos con el programa QGis (versión 8.1) (Figura 3) y la ubicación de las plantas silvestres de las cuales se colectaron los frutos para su identificación y comparación con las semillas de las excretas colectadas de los murciélagos. A las semillas tanto de los frutos silvestres como de las excretas se les separó del resto de vegetación como pulpas, procedimiento de gabinete realizado en el laboratorio de Manejo de Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Biológicas de la BUAP.

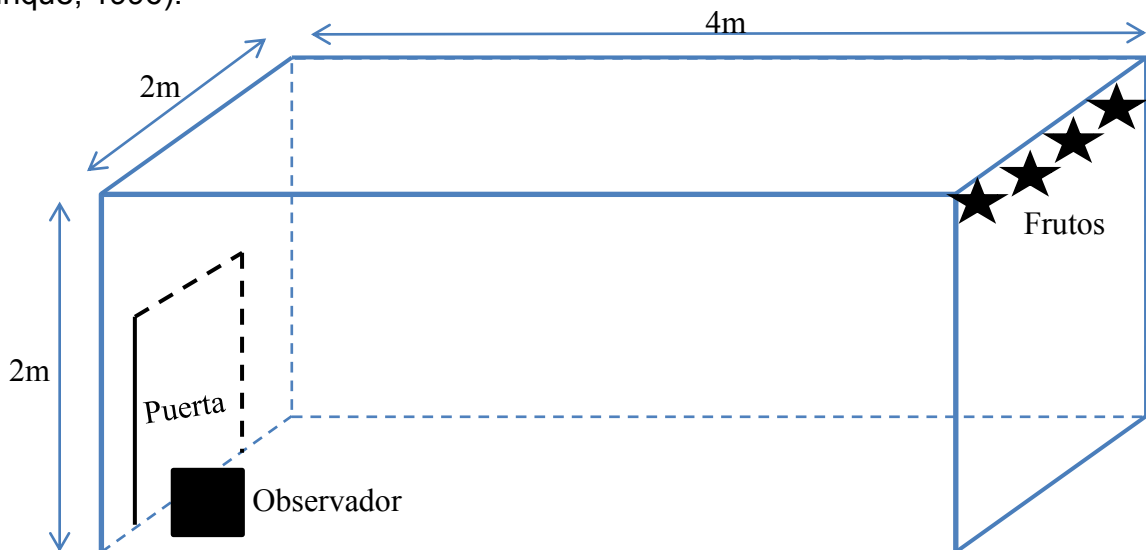


**Figura 3.** Mapa donde se muestran los puntos donde se colectaron plantas silvestres para la identificación de la dieta de los murciélagos.

### 6.3 Bioensayos de selección de fruto

Con la finalidad de observar la selección de frutos efectuada por murciélagos, dentro del JBX se construyó una “jaula de vuelo” de 2x4x2 m (Hernández-Conrique, 1996) utilizando bambú como base y tela de mosquitero, con la finalidad de poder observar la selección de fruto por los murciélagos (Figuras 4 y 5). Se consideraron como bioensayos cuando un murciélago era liberado dentro de la jaula hasta que este seleccionara un fruto o transcurrieran 90 min (lo que ocurriera primero), considerándose las dos diferentes especies de frutos que se ofrecían dentro de la jaula para su selección por los murciélagos.

Los bioensayos se llevaron a cabo empezando el anochecer, con algunos individuos de las especies frugívoras más abundantes (*Sturnira liliium* y *Carollia sowelli*), que se mantuvieron en cautiverio dentro de los costales de manta por un día. El procedimiento para realizarlos fue, primeramente, colgar dos especies de frutos consumidas por los murciélagos en el extremo contrario a la entrada y de donde se encontraba el observador. Estos tenían que ser cortados tan solo unos minutos antes de iniciar el experimento; posteriormente, el murciélago que se mantenía en el saco se ingresaba en la jaula de vuelo y se liberaba, durante el tiempo ya antes mencionado y se anotaban las acciones que el animal efectuaba (Hernández-Conrique, 1996).



**Figura 4.** Esquema de la “Jaula de vuelo” utilizada para los bioensayos de selección de fruto.



**Figura 5.** Fotografía de la “Jaula de vuelo” utilizada para los bioensayos de selección de fruto.

#### **6.4 Percepción de los pobladores hacia los murciélagos**

Con la finalidad de reconocer la percepción de los pobladores de Xoyoquila sobre los murciélagos, se aplicaron 33 cuestionarios (modificadas de Torres-Romero y Fernández-Crispín, 2012) de manera ocasional a un total de 22 hombres y 11 mujeres, con un intervalo de edad de 7 a 80 años. Dichas encuestas consistieron en 14 preguntas, donde las primeras tres corresponden a preguntas generales sobre animales para reconocer si el murciélago figura entre éstos y las siguientes cinco específicas hacia los murciélagos y su ecología, en éstas se brindan cinco posibilidades de contestación, exceptuando la pregunta número seis, que es un ejercicio de completar y fue omitida, debido a que era difícil de expresar al momento de realizar el cuestionario; la pregunta nueve busca obtener leyendas o mitos que sea transmitido en la comunidad; las preguntas 10 y 11 corresponde a los beneficios o daños ocasionados por los murciélagos con tres posibilidades de contestación; las siguientes dos preguntas son de opción múltiple y la última es abierta, las tres enfocadas hacia las acciones que tienen los pobladores en contra de los murciélagos (Anexo 1).

## 7. ANÁLISIS DE DATOS

### 7.1 Composición taxonómica, categoría de riesgo y lista anotada

Las especies registradas se agruparon de acuerdo a su composición taxonómica desde el nivel de familia hasta especie (incluyendo el nombre del autor y año en que se describió esta última), así como el nombre común y el estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Diario Oficial de la Federación, 2015), Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora, 2016) y dentro de la Lista Roja de la UICN (International Union for Conservation of Nature, 2016). Se añadió una lista anotada de las especies de murciélagos registradas, presentando las siguientes características: nombre científico, nombre común, fotografía de la especie, morfología, distribución, tipo de hábitat, estacionalidad, estatus de conservación y/o aprovechamiento.

### 7.2 Esfuerzo de captura y representatividad del muestreo

Se calculó el esfuerzo de captura utilizando el método propuesto por Medellín (1993), en el que se considera el número de individuos de la especie  $i$  capturados ( $n$ ) y el total de metros de cada red de cada noche por el total de horas trabajadas. La suma de estos valores muestra el total de metros red por hora ( $M \times H$ ).

Se obtuvo una curva acumulativa de especies mediante los modelos de Jackknife de primer orden y Bootstrap. El modelo de Jackknife de primer orden se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (Krebs, 1989; Palmer, 1990), cuya fórmula es  $Jack1 = S + L \cdot m^{-1}/n$ , donde  $L$  = Número de especies que ocurren solamente en una muestra y  $m$  = número de muestras. En el caso del modelo Bootstrap, este estimador de la riqueza de las especies se basa en " $p_j$ ", siendo la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie  $j$  (Palmer, 1990; Krebs 1989), cuya fórmula es  $Bootstrap = S + \sum (1 - p_j)n$ , donde  $P_j$  = la proporción de unidades de muestreo que contienen cada especie  $j$ . Para obtener las curvas de acumulación de especies, los valores se aleatorizaron cien veces, con el fin de evitar el efecto del orden de los registros sobre los resultados (Soberón y Llorente, 1993).

### 7.3 Abundancia absoluta, relativa y dominancia

Para calcular la abundancia absoluta del ensamble de murciélagos, se elaboraron gráficos de barras (en una hoja de cálculo de Excel, versión 2010) con los datos de cada mes (de marzo 2014 a marzo 2015) y el número de individuos para cada mes. La abundancia relativa se determinó con base al esfuerzo de captura, dividiendo el número de individuos capturados ( $n$ ) entre el total de metros red por hora ( $MxH$ ), de la siguiente manera: Índice de abundancia relativa en redes ( $IAR_R$ )= $n$ /Metros Red Horas\*1000. Después se realizó una prueba de ajuste usando la prueba de  $X^2$  para analizar en qué época del año, ya sea húmeda, comprendida por los meses de Marzo, Mayo, Diciembre del 2015 y Enero, Febrero y Marzo del 2016; o seca, correspondiente a los meses de Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre del 2015; se presentó la mayor abundancia de murciélagos y si existen diferencias. Para calcular la abundancia y dominancia de las especies, se obtuvo una curva rango-abundancia para el ensamble de murciélagos (López-Téllez, 1998).

### 7.4 Diversidad y Equidad de Pielou

Se determinó la diversidad del ensamble de murciélagos utilizando el índice de Diversidad verdadera (Jost, 2006), cuya fórmula es  $D = \text{Exp}(H')$  basándose en el Índice de Shannon-Wiener (Magurran, 1988), el cual asume que todas las especies están representadas en la muestra y esta es una población indefinidamente grande. La fórmula de este índice es  $H' = -\sum p_i \ln p_i$ , donde:  $H'$ =índice de diversidad de especies.  $p_i = n_i/N$  proporción de individuos de la especie  $i$  con respecto al total de individuos de la muestra.  $N$ =número total de individuos. También se estimó la equidad de Pielou, la cual mide la proporción de la diversidad observada en relación con la diversidad máxima esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes, la fórmula es  $J' = H'/H'_{max}$ , donde:  $H'$ =valor obtenido del índice de Shannon-Wiener.  $H'_{max} = \ln(S)$ .  $S$ =número de especies (Magurran, 1988).

### 7.5 Estructura del ensamble

En la estructura del ensamble se analizaron diferentes puntos; en primer lugar, se consideró el sexo, del que se obtuvo el porcentaje y se graficó el total de individuos

hembras y machos por mes; de las especies registradas, se consideraron las que presentan más de 10 individuos para una prueba de  $X^2$  para ver si hay diferencias significativas. En segundo lugar, se analizó la condición reproductiva, de la que se generaron también gráficas con el número de hembras en los diferentes estados (inactiva, activa, preñada, lactante y postlactante) por meses y el porcentaje de todo el ensamble. Se aplicó una prueba de  $X^2$  entre hembras inactivas y hembras activas (englobando preñadas, lactantes y postlactantes) y otra similar dentro de las hembras activas, para ver si había diferencias significativas entre temporadas. En el caso de los machos, se graficó el número de individuos con testículos escrotados y testículos abdominales y se obtuvo el porcentaje. Se aplicó una prueba de  $X^2$  entre machos activos e inactivos y otra para analizar los datos de los machos activos entre la temporada seca y húmeda (Grajeda-Olvera, 2004).

Finalmente se realizó la descripción de la estructura del ensamble de murciélagos por gremios tróficos, con la finalidad de analizar cómo los recursos son explotados. Para ello se elaboraron matrices de gremio bidimensional para todo el ensamble, con base en los hábitos alimenticios (frugívoros, insectívoros, nectarívoros y hematófagos). Se tomaron dos características para la construcción de dichas matrices: la longitud del antebrazo (mm) y la dieta; ambas son características importantes para la elaboración de matrices gremiales, los cuales nos indican si existe un solapamiento de nichos (Fleming *et al.*, 1972; Bonaccorso, 1978; López-Téllez, 1998; Grajeda-Olvera, 2004). En este tipo de matriz se subdivide a los grupos en intervalos de tamaño, manteniendo una relación de 1.25 entre intervalos (Hutchinson, 1959). A cada especie se le asignó un intervalo de tamaño, basándose en el promedio de la longitud del antebrazo y se generaron gráficas de abundancia para cada gremio.

## **7.6 Patrones de alimentación de murciélagos frugívoros**

Se aplicó el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) para conocer la equidad de la dieta de los murciélagos y se obtuvo la diversidad verdadera; se aplicó una prueba de  $X^2$  para ver si hay diferencias significativas entre las temporadas seca y húmeda. Las especies vegetales se categorizaron como pioneras, según su gremio ecológico

(definidas como especies integrales de la selva conservada que depende de manera estricta de sitios abiertos para su establecimiento), no pioneras (definidas como especies que pueden establecerse bajo sombra) y ruderales (definidas como especies que son favorecidas por la perturbación y que no forman parte de la selva conservada) (Fuentealba-Durand, 2009).

### **7.7 Bioensayos de selección de fruto**

Con base en la información obtenida de los bioensayos se describieron los patrones de comportamiento mostrados por los murciélagos para seleccionar los frutos. Para analizar la tendencia de los murciélagos a seleccionar un fruto se elaboraron gráficos de barras (en una hoja de cálculo de Excel, versión 2010) con la especie de los frutos ofrecidos y la frecuencia de visita hacia estos por los murciélagos (Hernández-Conrique, 1996). También se elaboró un esquema para ejemplificar las acciones que llevaron a cabo los murciélagos desde que fueron liberados del saco hasta que seleccionaron el primer fruto dentro de la jaula de vuelo. Se consideró selección en el momento que el murciélago tocó el fruto.

### **7.8 Percepción de los pobladores sobre los murciélagos**

Los resultados obtenidos de las encuestas semiestructuradas se procesaron en una hoja de cálculo de Excel, versión 2010. Se contabilizó la frecuencia de respuestas y se obtuvo el porcentaje para elaborar gráficos de barras. Se aplicó el Índice de Shannon-Wiener ( $H' = -\sum p_i \ln p_i$ ) para medir la información; el porcentaje de desconocimiento se calculó sumando los espacios no contestados o contestados incorrectamente y obteniendo el porcentaje (por ejemplo, si se pregunta ¿Qué animales viven en cuevas? y se contestan dos de cinco espacios disponibles correctamente, el porcentaje de desconocimiento es de un 60%) (Torres-Romero y Fernández-Crispín, 2012; Lara-González *et al.*, 2010). De acuerdo a cada pregunta y al tipo de datos, sean paramétricos o no paramétricos, se aplicó una prueba de t-Student o una  $X^2$  respectivamente, con el fin de ver las diferencias entre las respuestas dadas por los hombres y proporcionadas por mujeres.

## 7. RESULTADOS

### 8.1 Composición taxonómica, categoría de riesgo y lista anotada

Los resultados obtenidos del trabajo de campo, indican el registro de un total de 621 murciélagos capturado que corresponden a 22 especies (Cuadro1; Anexo 2 y 3), pertenecientes a 16 géneros y 4 familias: Phyllostomidae representando el 73% con 16 especies, Natalidae y Mormoopidae el 9% con dos especies cada una, y Molossidae y Vespertiniolidae con un 5% con solo una especie.

Dos de las especies, *Enchisthenes hartii* (Thomas) y *Leptonycteris yerbabuenae* (Martínez y Villa-R.) se encuentran bajo Protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 actualizada (Diario Oficial de la Federación, 2015), la última también registrada en la IUNC (2016) como casi amenazada (NT). El resto se encuentran como preocupación menor (LC) y ninguna se registra en CITES.

**Cuadro 1.** Especies de murciélagos registrados en el JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOM-059	IUCN
Phyllostomidae (72.73%)	<i>Sturnira</i>	<i>S. liliium</i>		LC
		<i>S. ludovici</i>		LC
	<i>Centurio</i>	<i>C. senex</i>		LC
	<i>Artibeus</i>	<i>A. lituratus</i>		LC
		<i>A. jamaicensis</i>		LC
	<i>Platyrrhinus</i>	<i>P. helleri</i>		LC
	<i>Enchisthenes</i>	<i>E. hartii</i>	Pr	LC
	<i>Chiroderma</i>	<i>C. salvini</i>		LC
	<i>Dermanura</i>	<i>D. tolteca</i>		LC
		<i>D. azteca</i>		LC
	<i>Carollia</i>	<i>C. sowelli</i>		LC
		<i>C. perspicillata</i>		LC
	<i>Glossophaga</i>	<i>G. soricina</i>		LC
	<i>Leptonycteris</i>	<i>L. yerbabuenae</i>	Pr	NT
	<i>Desmodus</i>	<i>D. rotundus</i>		LC
<i>Diphylla</i>	<i>D. ecaudata</i>		LC	
Natalidae (9.1%)	<i>Natalus</i>	<i>N. estramineus</i>		LC
		<i>N. lanatus</i>		LC
Mormoopidae (9.1%)	<i>Pteronotus</i>	<i>P. parnelli</i>		LC
	<i>Mormoops</i>	<i>M. megallophyla</i>		LC
Molossidae (4.55%)	<i>Tadarida</i>	<i>T. brasiliensis</i>		LC
Vespertiniolidae (4.55%)	<i>Lasiurus</i>	<i>L. ega</i>		LC

Pr= protección especial; NT= Casi amenazada; LC= preocupación menor.

## 8.2 Esfuerzo de captura y representatividad del muestreo

El esfuerzo de captura de este estudio fue de 621 murciélagos capturados en 42 m de red por 25 h, durante 60 noches. En promedio, se capturaron 52 murciélagos por visita y 10 por noche. El promedio de red por noche fue de 8.40m y de 42m por visita (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Esfuerzo de captura para el ensamble de murciélagos presentes en el JBX.

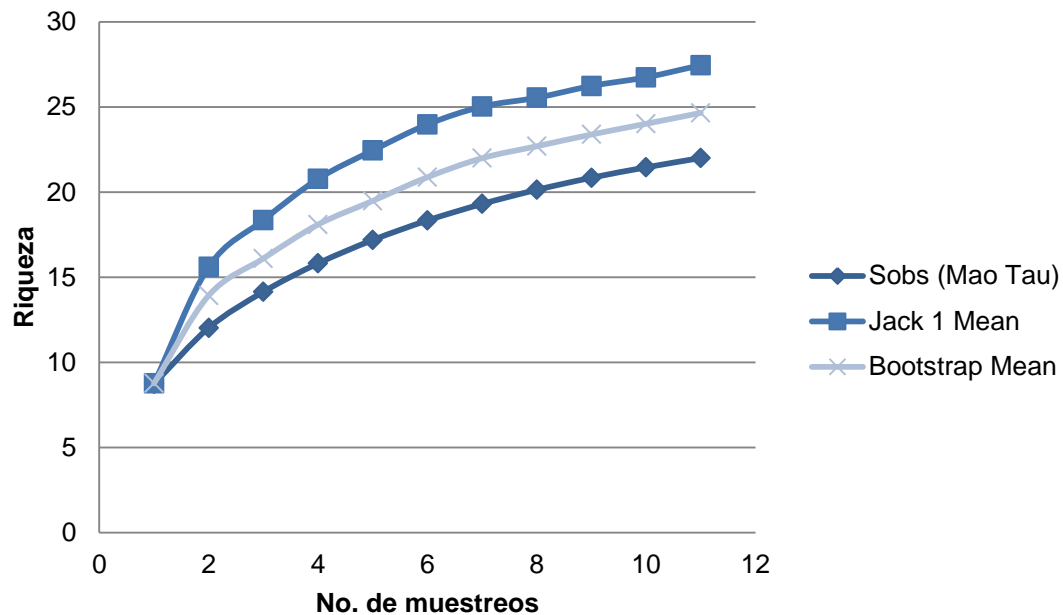
Mes	Marzo	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	TOTAL	Prom. Visita	Prom. Noche
<b>Metros red</b>	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	504	42,00	8,40
<b>Noches</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60	5,00	1,00
<b>Horas</b>	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	300	25,00	5,00
<b>Número de murciélagos</b>	21	20	17	57	52	34	73	72	97	58	62	58	621	51,750	10,35
<b>No. spp</b>	6	4	1	4	0	2	0	3	1	1	0	0	22	1,833	0,367
<b>M/red*hora</b>	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	12600	1050,00	210,00

No. spp= número de especies  
M/red\*hora= metros red por hora

Con respecto a la representatividad del muestreo, la curva acumulativa de especies nos indica que en los primeros 4 meses de muestreo se registraron 15 especies que representan el 68.18% del total de las registradas en este estudio. En los siguientes meses, se agregaron a la lista 7 especies más que representan el 31.81% restante. Los estimadores Jackknife de primer orden y Bootstrap muestran que hay entre 24 y 27 especies (Cuadro 3), sin diferencias significativas entre ambos estimadores ( $P > 0.05$ ), por lo que aún no se alcanza la asíntota como se muestra en la curva de acumulación de especies (Figura 6)

**Cuadro 3.** Especies registradas y esperadas por los estimadores de acumulación de especies para el JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

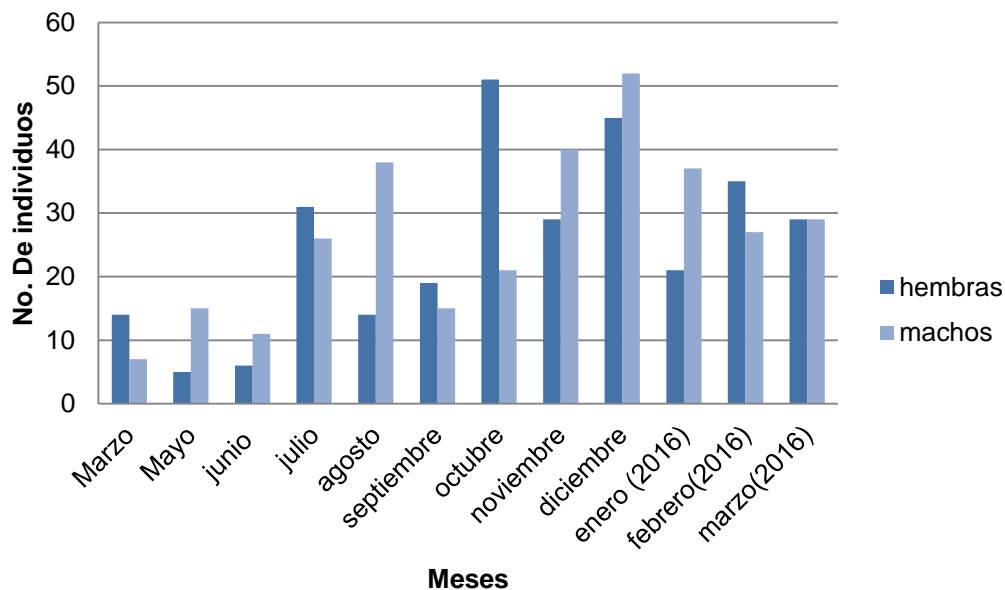
MODELO	Especies esperadas	Especies observadas (Sobs)	Especies faltantes	Eficiencia del muestreo
Jack 1 Mean	27.45	22	5.45	80.14%
Bootstrap Mean	24.65		2.65	89.24%



**Figura 6.** Representatividad del muestreo para las especies de murciélagos del JBX, Hueytamalco, Puebla.

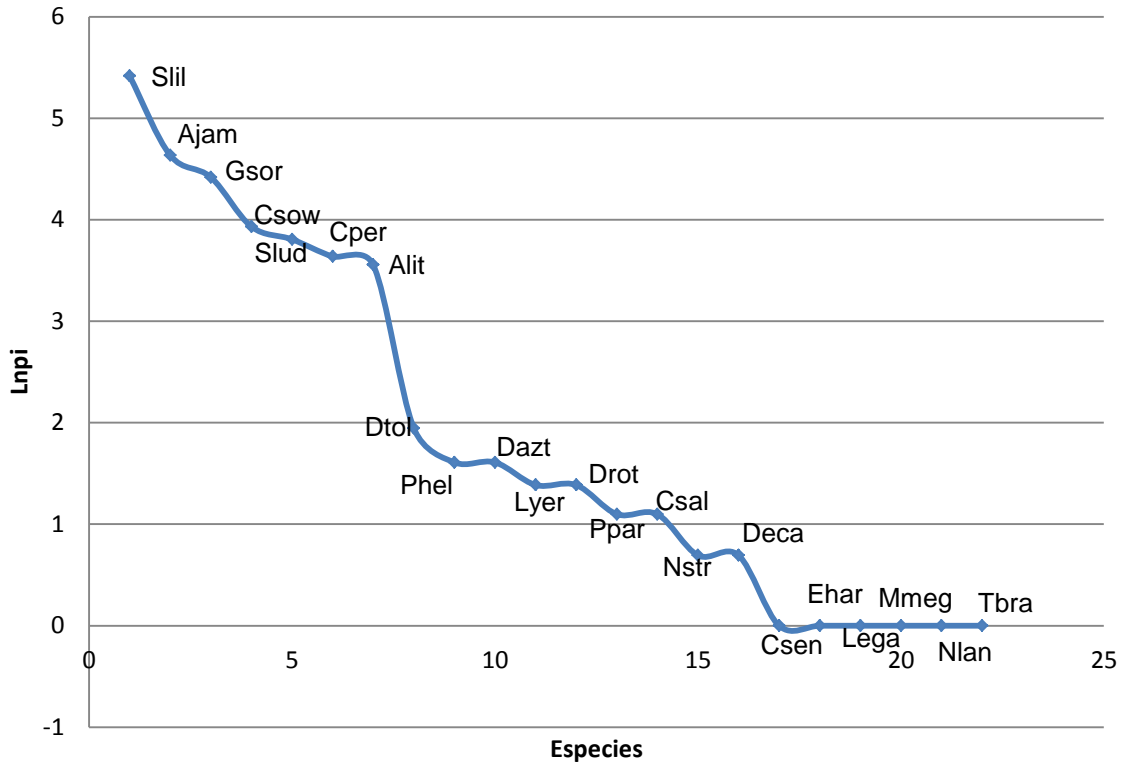
### 8.3 Abundancia absoluta, relativa y dominancia

Se capturaron en total 621 murciélagos con una abundancia total variable a lo largo del muestreo. Se registró una mayor abundancia total en el mes de diciembre con 97 individuos, seguido de octubre con 73 y noviembre con 72. El mes con menor abundancia fue marzo con 21 ejemplares, seguido de mayo con 20 y junio con 17. En cuanto a la abundancia relativa, se presentó mayor y menor abundancia en los mismos meses que la abundancia total (Figura 7).



**Figura 7.** Abundancia de hembras y machos por meses del ensamble de murciélagos del JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

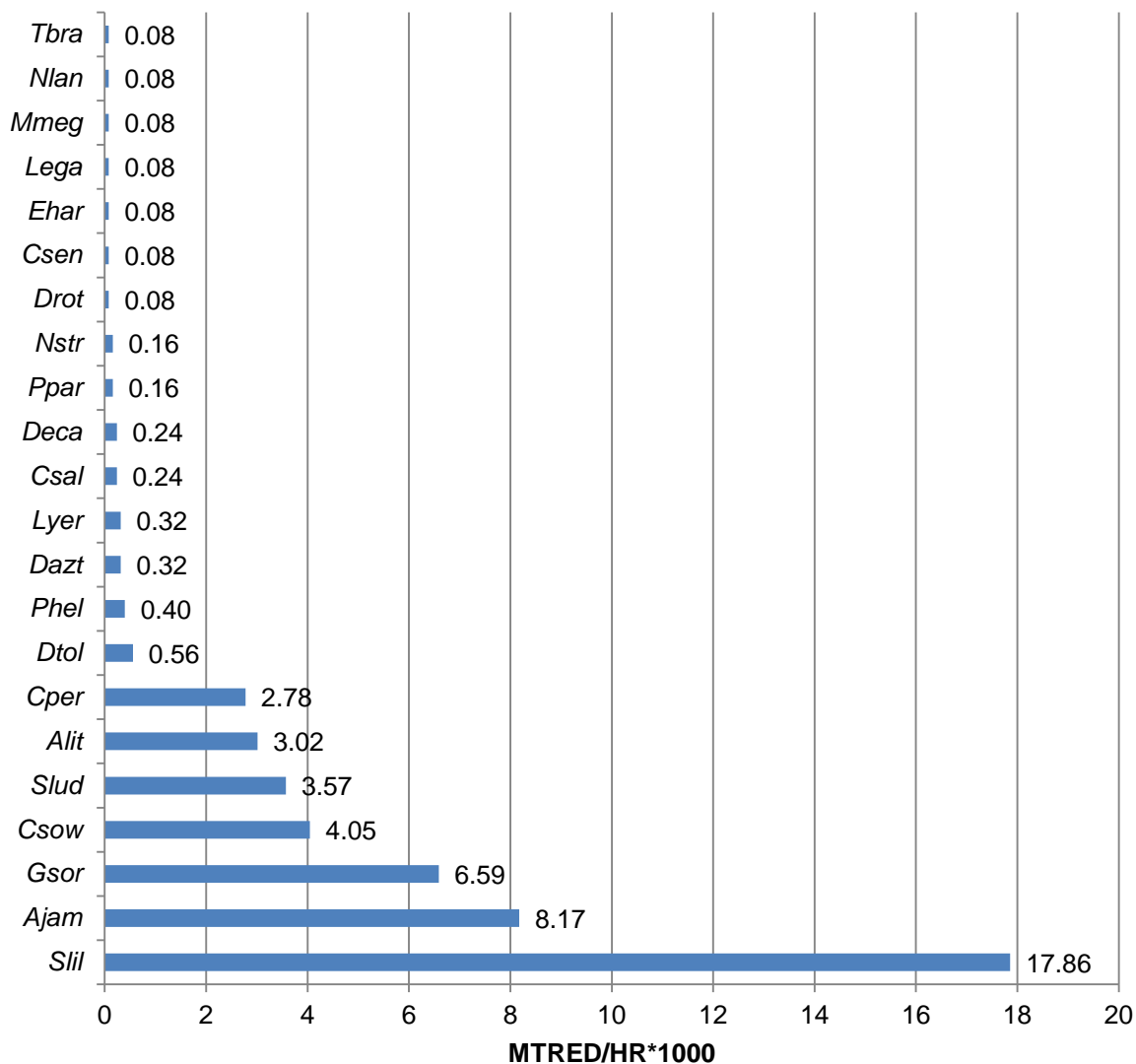
Con base en el análisis realizado sobre la abundancia observada entre la temporada húmeda y seca, se observa que hay diferencias significativas, con una  $P < 0.05$  ( $1,32 \times 10^{-7}$ ), siendo esta última la más abundante. Con respecto al rango-abundancia (Figura 8), se graficó el *Lspi* para una mayor uniformidad de los datos. La especie más abundante y dominante fue *Sturnira lilium* É. Geoffroy con 225 individuos, seguido de *Artibeus jamaicensis* Leach con 103 y *Glossophaga soricina* Pallas con 83 individuos; las especies menos abundantes fueron *Centurio senex* Gray, *E. hartii*, *Lasiriu ega* Gervais, *Mormoops megallophyla* Peters, *Natalus lanatus* Tejedor y *Tadarida brasiliensis* I. Geoffroy con un solo individuo.



Slil= *Sturnira lilium*; Ajam= *Artibeus jamaicensis*, Gsor= *Glossopha soricina*, Csow= *Carollia sowelli*, Slud= *Sturnira Ludovici*, Alit= *Artibeus lituratus*, Cper= *Carollia perspicillata*, Dtol= *Dermanura tolteca*, Phel= *Platyrrhinus helleri*, Daz= *Dermanura azteca*, Lyer= *Leptonycteris yerbabuena*, Drot= *Desmodus rotundus*, Csal= *Chiroderma salvini*, Nstr= *Natalus stramineu*, Deca= *Diphylla ecaudata*, Ppar= *Pteronotus parnelli*, Csen= *Centurio senex*, Ehar= *Enchisthenes hartii*, Lega= *Lasiurus ega*, Mmeg= *Mormoops megallophyla*, Nlan= *Natalus lanatus*, Tbra= *Tadarida brasiliensis*.

**Figura 8.** Curva rango-abundancia con relación a las especies de murciélagos presentes en el JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

Sobre la abundancia relativa, se encontró que la especie más abundante es *S. lilium*, que representó el 36.46% de todas las capturas; el número de murciélagos de esa especie por red por hora trabajada fluctuó de 8.17 a 17.86. Las siguientes dos especies, *A. jamaicensis* y *G. soricina*, representan el 30.14% de las capturas y cuyos valores de red por hora fluctúan de 6.59 a 8.17 y las últimas siete especies representan únicamente el 1.13% del total de captura y sus valores de red por hora fueron más bajos (0.08) (Figura 9).



Slil= *Sturnira liliium*; Ajam= *Artibeus jamaicensis*, Gsor= *Glossopha soricina*, Cswow= *Carollia sowelli*, Slud= *Sturnira Ludovici*, Alit= *Artibeus lituratus*, Cper= *Carollia perspicillata*, Dtol= *Dermanura tolteca*, Phel= *Platyrrhinus helleri*, Daz= *Dermanura azteca*, Lyer= *Leptonycteris yerbabuena*, Drot= *Desmodus rotundus*, Csal= *Chiroderma salvini*, Nstr= *Natalus stramineu*, Deca= *Diphylla ecaudata*, Ppar= *Pteronotus parnelli*, Csen= *Centurio senex*, Ehar= *Enchisthenes hartii*, Lega= *Lasiurus ega*, Mmeg= *Mormoops megallophyla*, Nlan= *Natalus lanatus*, Tbra= *Tadarida brasiliensis*

**Figura 9.** Abundancia relativa del ensamble de murciélagos presentes en el JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

#### 8.4 Diversidad y Equidad de Pielou

Se obtuvo un valor de  $H' = 1.98$  para el ensamble (22 especies) con una  $H'_{max} = 3.09$  al aplicar el análisis de Equidad de Pielou ( $E = 0.64$ ), lo cual indica que el porcentaje de diversidad es del 64.21%.

## 8.5 Estructura del ensamble

Como ya se mencionó dentro del ensamble de murciélagos se capturaron 621 individuos, de los cuales 617 pudieron ser sexados, obteniendo 299 hembras representando el 48% y 318 machos con el 52%. Cabe señalar que, de las 22 especies registradas, se consideraron solo siete, cuyos individuos registrados fueron mayores a 10, para la prueba de  $X^2$ , donde solo la especie *S. liliium* tiene diferencia entre sexos ( $P=0.003$ ) (Cuadro 4).

Durante el muestreo, el mes con más individuos hembras registrados fue Octubre con 51 ejemplares, seguido de Diciembre con 45 y Febrero con 35, mientras que para los individuos machos fue Diciembre contando con 52, seguido de noviembre con 40 y enero con 37 (Figura 7).

**Cuadro 4.** Abundancia de hembras y machos por especie del ensamble de murciélagos para el JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

Especie	Machos	Hembras
<i>Sturnira liliium</i>	119	106
<i>Artibeus jamaicensis</i>	40	63
<i>Glossophaga soricina</i>	36	47
<i>Carollia sowelli</i>	33	18
<i>Sturnira ludovici</i>	35	10
<i>Artibeus lituratus</i>	18	17
<i>Carollia perspicillata</i>	20	18
<i>Dermanura tolteca</i>	3	4
<i>Platyrrhinus helleri</i>	2	3
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	2	2
<i>Desmodus rotundus</i>	4	0
<i>Dermanura azteca</i>	1	4
<i>Chiroderma salvini</i>	1	2
<i>Natalus stramineus</i>	0	2
<i>Diphylla ecaudata</i>	2	0
<i>Pteronotus parnelli</i>	2	1
<i>Centurio senex</i>	0	1
<i>Enchisthenes hartii</i>	1	0
<i>Lasiurus ega</i>	0	1
<i>Mormoops megallophyla</i>	1	0
<i>Natalus lanatus</i>	1	0
<i>Tadarida brasiliensis</i>	1	0
<b>Total</b>	<b>322</b>	<b>299</b>

Dentro de los individuos registrados, para las hembras la categoría reproductiva más representativa fue de inactivas con un 35.54%, siendo el mes de diciembre donde se encontraron más individuos (23); mientras que la categoría menor representada fue lactante y postlactante 7.6 y 7.3% respectivamente (Cuadro 5).

En el caso de las hembras inactivas y hembras activas, considerando en esta categoría a las hembras activas, preñadas, lactantes y postlactantes que representan el 64.45%, hay diferencias significativas ( $P=0.001$ ). Siendo el segundo grupo donde también se encontraron diferencias entre la temporada húmeda representada con 93 ejemplares y temporada seca con 101 ( $P=0.0009$ ).

**Cuadro 5.** Abundancia de hembras y machos por estado reproductivo y por meses en el ensamble de murciélagos para el JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

MES	HEMBRAS					MACHOS	
	Inac	Act	Preñ	Lact	Post	TestAbd	TestEsc
<b>Marzo</b>	8	0	6	0	0	2	5
<b>Mayo</b>	1	0	3	1	0	7	8
<b>Junio</b>	3	0	2	1	0	8	3
<b>Julio</b>	13	0	10	4	4	14	12
<b>Agosto</b>	2	1	9	1	1	21	17
<b>Septiembre</b>	7	1	7	3	1	6	9
<b>Octubre</b>	16	7	8	12	8	12	10
<b>Noviembre</b>	16	5	1	1	6	27	16
<b>Diciembre</b>	23	10	11	0	1	33	21
<b>Enero (2016)</b>	5	12	5	0	1	29	9
<b>Febrero (2016)</b>	11	13	11	0	0	19	8
<b>Marzo (2016)</b>	2	17	10	0	0	19	10
<b>Total</b>	107	66	83	23	22	197	128
<b>Porcentaje (%)</b>	35,548	21,926	27,574	7,641	7,308	60,615	39,384

Inac= Inactivas; Act= Activas; Preñ= Preñadas; Lac= Lactantes; Post= Poslactantes; TestAbd= Testículos Abdominales; TestExc= Testículos Escrotados.

Los machos se categorizaron como “machos con testículos abdominales” con un 61% y “machos con testículos escrotados” con un 39% (Cuadro 5), sin diferencias significativas ( $P=0.219$ ). En el mes de diciembre se encontró el mayor número de machos con testículos abdominales (33) y con testículos escrotados (21); dentro del grupo de machos activos no hay diferencias entre las dos temporadas del año ( $P=0.691$ ) (Figura 7).

Con respecto a la estructura del ensamble de murciélagos por gremios tróficos con respecto al tamaño (Cuadro 6), se obtuvo una matriz con cuarenta y dos celdas

donde se agruparon las 22 especies de murciélagos, de las cuales solo 14 están ocupadas por una o más especies que pertenecen al mismo gremio trófico. Se obtuvieron seis grupos de tamaño (I, II, III, IV, V, VI) y siete gremios tróficos.

El gremio de insectívoros aéreos (IA) está compuesto por 6 especies (27.27%) perteneciente a los grupos I, II, III y V; los frugívoros son el gremio con más especies y a su vez se dividen en generalistas (FG) con 4 especies (18.18%), especialistas en *Ficus* (FEF) con 5 especies (22.72%) y teniendo la única especie del grupo VI, *Artibeus lituratus* (Olfers), especialistas en desechos (FED) con una especie, *C. senex* (4.54%) y especialistas en *Piper* y *Cecropia* (FEPC) (9.09%) con dos especies del género *Carollia*, nectarívoros (N) con 2 especies; el tercer grupo lo comparten una especie de insectívoros aéreos (IA), dos especies de frugívoros generalistas (FG), tres especies de Frugívoros especialistas en *Ficus* (FEF) y dos especialistas en *Piper* y *Cecropia* (FEPC); el gremio de nectarívoros (N) agrupa dos especies (9.09%): *G. soricina* (Pallas) y *L. yerbabuena*. Finalmente, el gremio de hematófagos con dos especies (9.09%), *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy) y *Diphylla ecaudata* (Spix) pertenecientes al grupo V (Cuadro 7).

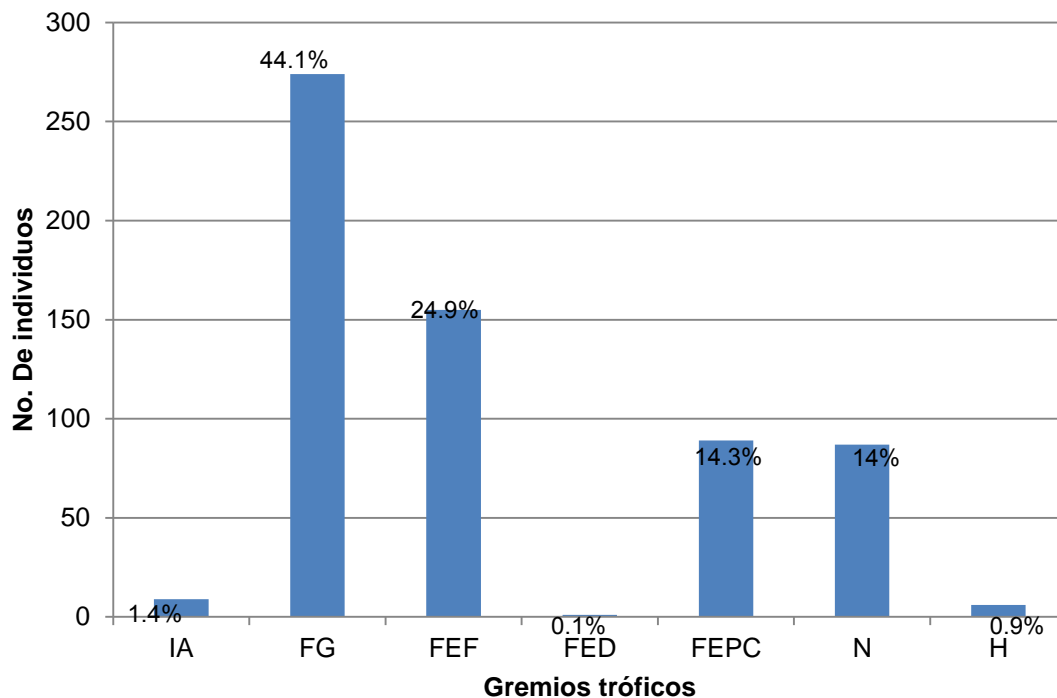
**Cuadro 6.** Estructura del ensamble de murciélagos por grupos tróficos y por tamaños para el JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

GREMIOS		I (22.4 28.0)	II (28.1 35.0)	III (35.1 43.7)	IV (43.8 54.6)	V (54.7 68.3)	VI (68.4 85.4)	TOTAL
<b>INSECTÍVOROS</b>	Aéreos	1	2	1		2		6
	Generalistas			2	2			4
	Especialista en <i>Ficus</i>			3		1	1	5
<b>FRUGÍVOROS</b>	Especialista en desechos				1			1
	Especialista en <i>Piper</i> y <i>Cecropia</i>			2				2
<b>NECTARÍVOROS</b>			1		1			2
<b>HEMATÓFAGOS</b>						2		2
<b>TOTALES</b>		1	3	8	4	5	1	22

**Cuadro 7.** Gremios tróficos de los murciélagos, con sus respectivas especies y grupo al que pertenecen, para el JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

GREMIO	ESPECIE	FAMILIA	GRUPO	
INSECTIVOROS Aéreos	<i>N. lanatus</i>	NATALIDAE	I	
	<i>N. stramineus</i>		II	
	<i>L. ega</i>	VESPERTINIOLIDAE	III	
	<i>T. brasiliensis</i>	MOLOSSIDAE	III	
	<i>P. parnelli</i>		V	
	<i>M. megallophylla</i>	MORMOOPIDAE	V	
FRUGÍVOROS Generalistas	<i>E. hartti</i>		III	
	<i>C. salvini</i>		IV	
	<i>S. liliium</i>		III	
	<i>S. ludovici</i>		IV	
	<i>D. tolteca</i>	PHYLLOSTOMIDAE	III	
	<i>D. Azteca</i>	Sternodermatinae	III	
	Especialistas en <i>Ficus</i>	<i>P. helleri</i>		III
		<i>A. jamaicensis</i>		V
		<i>A. lituratus</i>		VI
	Especialistas en desechos	<i>C. senex</i>		IV
<i>C. sowellii</i>			III	
Especialistas en <i>Piper</i> y <i>Cecropia</i>	<i>C. perspicillata</i>	Carolinae	III	
	<i>G. soricina</i>		II	
NECTARÍVOROS	<i>L. yerbabuenae</i>	Glossophaginae	IV	
	<i>D. rotundus</i>		V	
HEMATÓFAGOS	<i>D. ecaudata</i>	Desmodontinae	V	

En cuanto a la abundancia por gremios tróficos (Figura 10), se observó que el gremio más representativo es el de los frugívoros (519) y dentro de este, los generalistas con un 44.1%, seguido de los frugívoros especialistas en *Ficus* con 24.9%, los especialistas en *Piper* y *Cecropia* con 14% y finalmente los especialistas en desechos con un solo individuo. El segundo gremio más representativo es el de nectarívoros (87) con 14% y los menos representados son insectívoros aéreos (9) con 2% y hematófagos (6) con 1%.

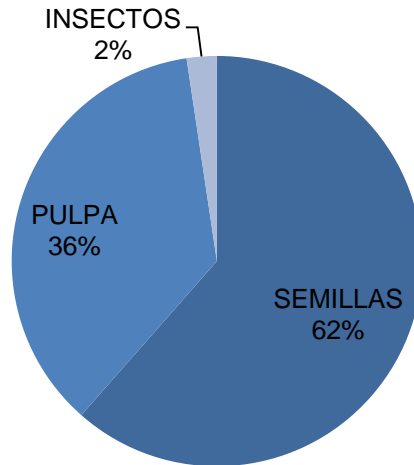


IA=insectívoros aéreos; FG=frugívoro generalistas; FEF= frugívoros especialistas en Ficus; FED= frugívoros especialistas en desechos; FEPC= frugívoros especialistas en *Piper* y *Cecropia*; N= nectarívoros; H= hematófagos.

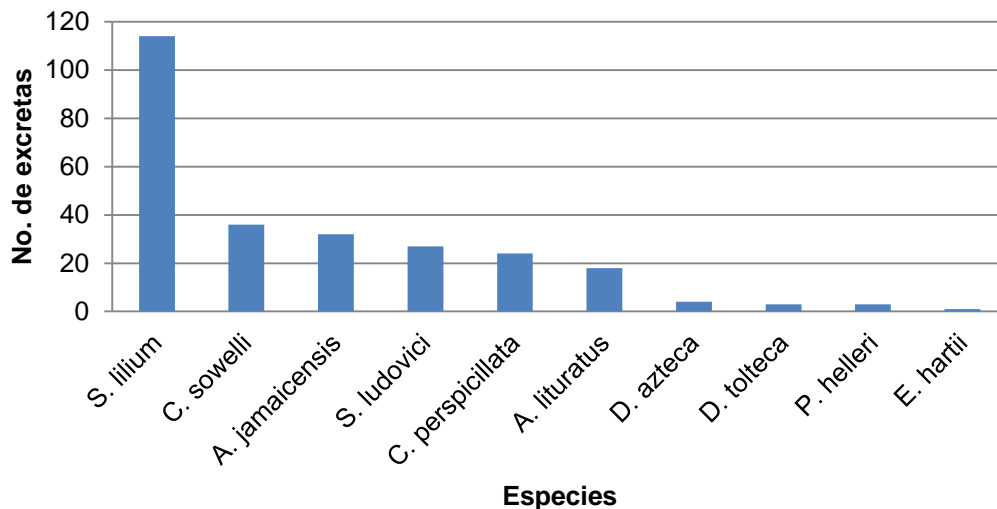
**Figura 10.** Abundancia por gremio trófico del ensamble de murciélagos para el JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

### 8.6 Patrones de alimentación de murciélagos frugívoros

Se registraron un total de 262 excretas pertenecientes a las 10 especies de murciélagos del gremio de los frugívoros, de las que el 62% contenía semillas pertenecientes a frutos consumidos; el 36% contenía únicamente pulpa y sólo el 2% contenía restos de insectos (Figura 11). La especie con más excretas registradas fue *S. liliium* (114), seguida de *Carollia sowelli* Baker, Solari & Hoffmann (36) y *A. jamaicensis* (32) (Figura 12).



**Figura 11.** Porcentaje de excretas obtenidas de los murciélagos para el JBX, Hueytamalco, Puebla, México.



**Figura 12.** Número de excretas obtenidas por especie de murciélagos para el JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

A partir de las excretas que contenían semillas (182), se identificaron 14 especies vegetales; 11 de estas últimas se identificaron a nivel de especie, una a nivel de género (*Ficus*) y dos que no se pudieron identificar, las cuales se denominaron “sp.1” y “sp.2”.

El valor obtenido del Índice de Shannon-Wiener fue de  $H' = 2.37$  y de  $H'_{\max} = 2.63$ , la diversidad verdadera fue de 10.799. De las 14 especies vegetales, las semillas de *Piper hispidium* Kunth fueron las que se observaron en un mayor número de excretas

(33), seguidas por las de *Saurauia scabrida* Hemsl (26) y *Piper anducum* L. (25), mientras que la especie de murciélago que más riqueza de frutos consumió fue *S. liliium* con 13 especies vegetales, siendo mayormente consumidas las de los géneros *Piper* y *Solanum*. Enseguida destacó *A. jamaicensis* con 11 especies, consumiendo mayormente *S. scabrida*, mientras *A. lituratus* consumió principalmente *Ficus* y *C. sowelli* con 7 especies que al igual que *C. perspicillata*, se inclinaron por consumir plantas de *Piper* (Cuadro 8, Anexo 4).

**Cuadro 8.** Abundancia de excretas por especies vegetales y especie de murciélago del JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

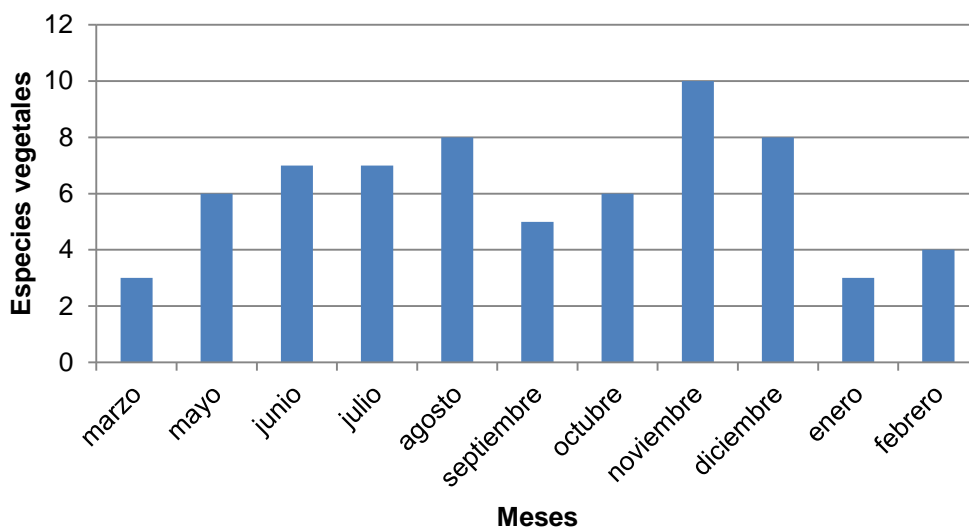
Spp. murciélago \ Spp. vegetal	Spp. vegetal															TOTAL
	P.his	S.sca	P.and	S.rud	P.umb	P.gua	C.xal	P.ico	C.hir	Fic.	C.obt	S.sch	Sp1	Sp2		
<i>S. liliium</i>	12	10	10	15	12	2	7	3	3	0	1	3	1	2	81	
<i>A. jamaicensis</i>	5	10	2	4	0	6	2	5	1	1	2	1	0	0	39	
<i>C. sowelli</i>	9	1	8	1	0	0	1	0	2	0	0	0	3	0	25	
<i>C. perspicillata</i>	5	2	2	1	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	15	
<i>A. lituratus</i>	0	0	1	1	0	3	0	1	0	5	1	0	0	0	12	
<i>S. ludovici</i>	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
<i>P. helleri</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
<i>D. azteca</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>D. tolteca</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>E. hartii</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>182</b>	

P.his= *Piper hispidum*, S.sca= *Saurauia scabrida*, P.and= *Piper aduncum*, S.rud= *Solanum rudepannum*, P.umb= *Piper umbellatum*, P.gua= *Psidium guajava*, C.xal= *Conostegia xalapensis*, P.ico= *Phytolacca icosandra*, C.hir= *Clidemia hirta*, Fic.= *Ficus* sp., C.obt= *Cecropia obtusifolia*, S.sch= *Solanum schlechtendalianum*.

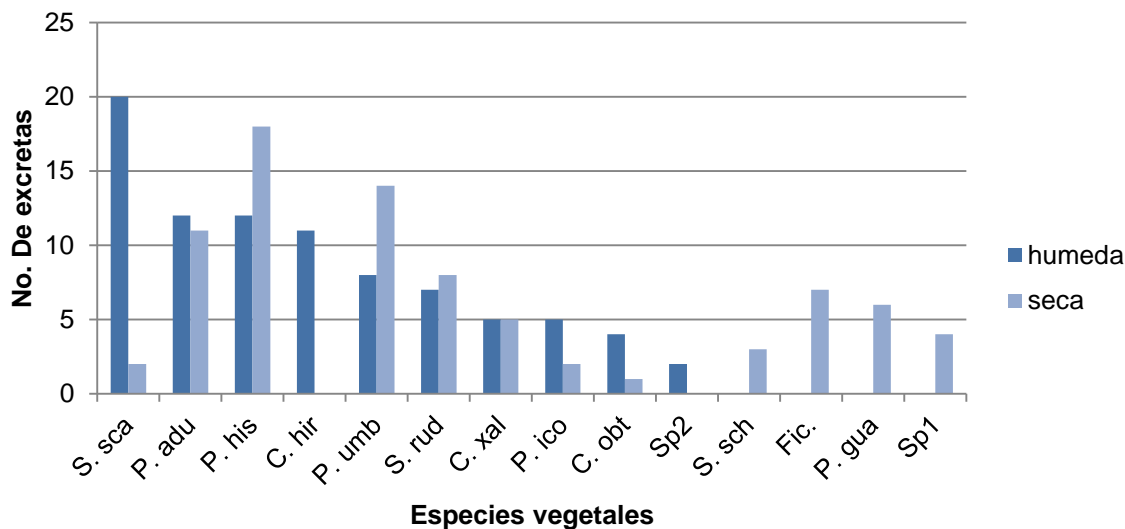
A lo largo del muestreo, los murciélagos consumieron diferentes especies vegetales y en diferente proporción. En el mes de noviembre fue cuando más especies se consumieron (10), mientras que los meses con menos especies consumidas fueron enero y marzo, ambos con tres especies (Figura 13, Anexo 5).

Por temporalidad hay especies que fueron consumidas únicamente en la temporada seca, como fue el caso de *Solanum schlechtendalianum* (Walp.), *Ficus* y *Psidium guajava* (L.), mientras *Clidemia hirta* (L.) y "sp. 2" fueron consumidas en temporada húmeda. El resto de las especies fueron consumidas en ambas temporadas (Figura 14). Se encontraron diferencias significativas entre las abundancias de especies

vegetales consumidas por temporada ( $p= 6,94 \times 10^{-7}$ ), siendo más abundante la temporada húmeda.



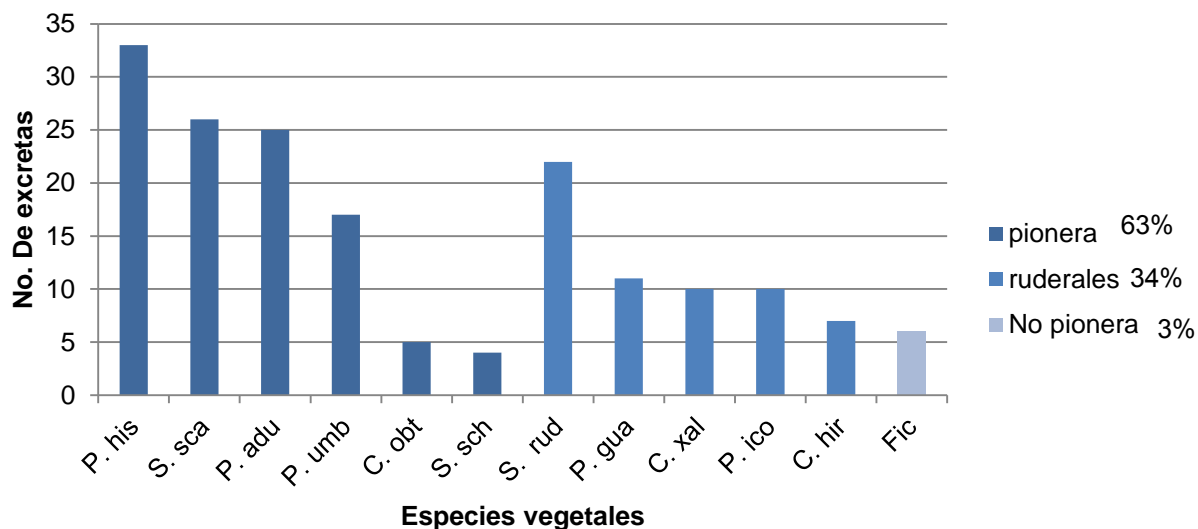
**Figura 13.** Riqueza de frutos consumidos por murciélagos frugívoros con relación a los meses de muestreo para el JBX, Hueytamalco, Puebla, México.



S.sca= *Saurauia scabrida*, P.adu= *Piper aduncum*, P.his= *Piper hispidum*, C.hirt= *Clidemia hirta*, P.umb= *Piper umbellatum*, S.rud= *Solanum rudepannum*, C.xal= *Conostegia xalapensis*, P.ico= *Phytolacca icosandra*, C.obt= *Cecropia obtusifolia*, S.sch= *Solanum schlechtendalianum*, Fic.= *Ficus sp.*, P.gua= *Psidium guajava*.

**Figura 14.** Riqueza de frutos consumidos por murciélagos frugívoros con relación a la temporalidad del JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

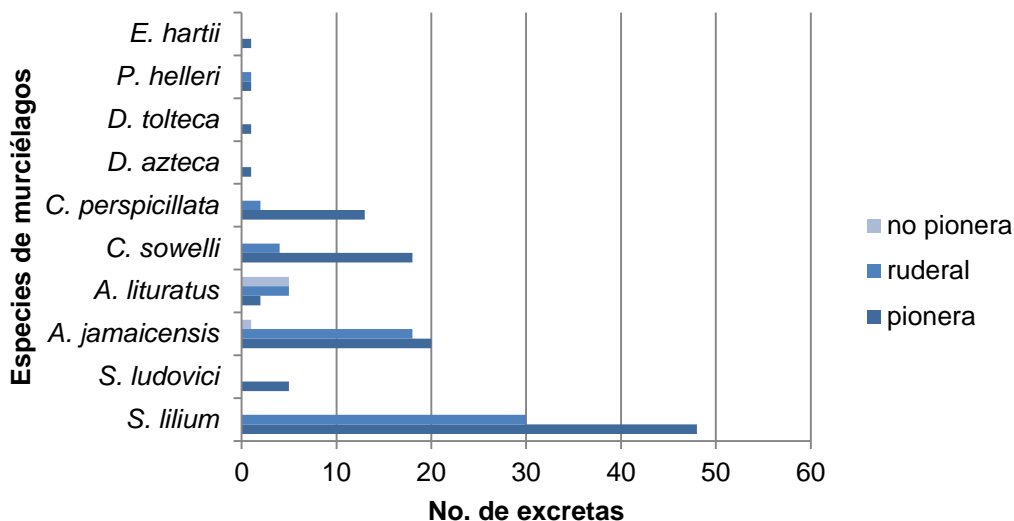
De los frutos consumidos por murciélagos, el 63% son plantas pioneras, el 34% plantas ruderales y el 3% plantas no pioneras. Dentro de las plantas pioneras, la mejor representada es *P. hispidum* (n= 33); de las ruderales, la mejor representada es *Solanum rudepannum* (Dunal) (n= 22) y para las no pioneras hay solo una especie, *Ficus* sp. (n= 6) (Figura 15).



P.his= *Piper hispidum*, S.sca= *Saurauia scabrída*, P.adu= *Piper aduncum*, P.umb= *Piper umbellatum*, C.obt= *Cecropia obtusifolia*, S.sch= *Solanum schlehtendalianum*, S.rud= *Solanum rudepannum*, P.gua= *Psidium guajava*, C.xal= *Conostegia xalapensis*, P.ico= *Phytolacca icosandra*, C.hir= *Clidemia hirta*, Fic.= *Ficus* sp.

**Figura 15.** Abundancia de frutos consumidos por murciélagos frugívoros del JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

Las plantas pioneras fueron mayormente consumidas por 10 especies de murciélagos, siendo el mayor consumidor *S. liliium* (n=48); las plantas ruderales fueron consumidas por 6 especies, siendo también el mayor consumidor *S. liliium* (n=30). Finalmente, las plantas no pioneras fueron consumidas por 2 especies únicamente, siendo *A. lituratus* el mayor consumidor (n=5) (Figura 16).



**Figura 16.** Abundancia de frutos categorizados por su gremio ecológico, consumidos por murciélagos frugívoros del JBX, Hueytamalco, Puebla, México.

### 8.7 Bioensayos de selección de fruto

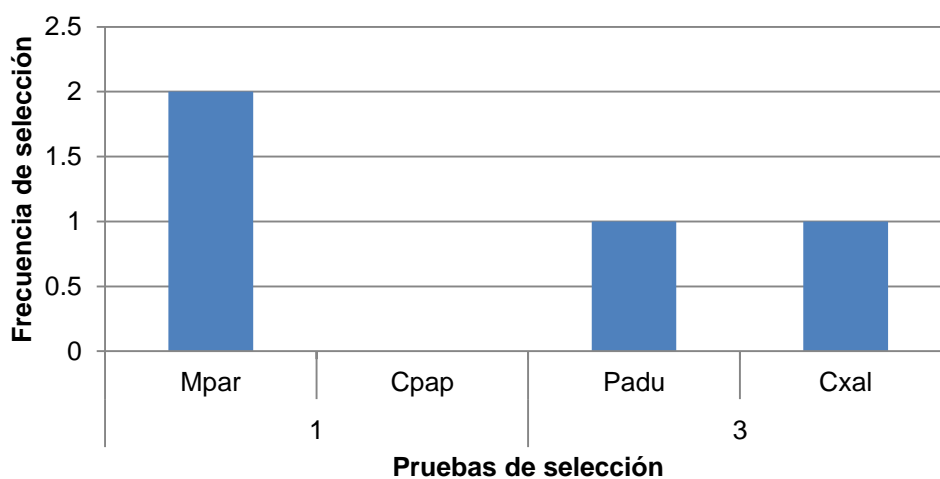
Se realizaron un total de 36 bioensayos, de los cuales en 16 hubo algún tipo de respuesta, 4 con *C. sowellii* y 12 con *S. liliium*. Derivado de los bioensayos se identificaron y definieron cinco tipos de patrones de comportamiento (Cuadro 9). El primero fue llamado “liberación” (Libe), el segundo fue llamado “vuelo de reconocimiento” (Vrec), el tercer patrón de comportamiento fue denominado “perchar” (Prch), el penúltimo patrón se denominó “vuelo dirigido” (Vdir) y finalmente el quinto patrón se denominó “selección” (Slec).

**Cuadro 9.** Catálogo de los patrones de comportamiento efectuados por los murciélagos durante los bioensayos de selección de fruto.

Patrón de comportamiento	Descripción
<b>Libe</b>	El murciélago se encuentra en el saco desde la noche anterior, hasta que inicia el vuelo.
<b>Vrec</b>	El murciélago vuela de manera aleatoria por toda la jaula para reconocer el ambiente, termina en el momento en el que el murciélago percha.
<b>Prch</b>	El murciélago cuelga de sus patas en una pared de la jaula de vuelo.
<b>Vdir</b>	El murciélago vuela directo al fruto y percha de este.
<b>Slec</b>	El momento en el que el murciélago toca el fruto.

Libe= liberación, Vrec= vuelo de reconocimiento, Prch= perchar, Vdir= vuelo dirigido, Slec= selección.

Para *C. sowelli* se llevaron a cabo experimentos con tres condiciones diferentes, como fueron los frutos ofrecidos. En el primer experimento como condición se ofrecieron plátano (*Musa x paradisiaca* L.) y papaya (*Carica papaya* L.), dos especies de frutos cultivadas en el JBX. De manera simultánea, se efectuó un bioensayo, donde el murciélago seleccionó el fruto de plátano. En el segundo experimento se ofrecieron frutos de una especie cultivada en el JBX (*M. x paradisiaca*) y una especie silvestre (*P. aduncum*). Para el siguiente bioensayo no hubo selección por ningún fruto. En la tercera prueba se ofrecieron los frutos silvestres *P. aduncum* y *C. xalapensis*; se efectuaron dos bioensayos, de los cuales un murciélago seleccionó *P. aduncum* y otro eligió *C. xalapensis* (Figura 17).

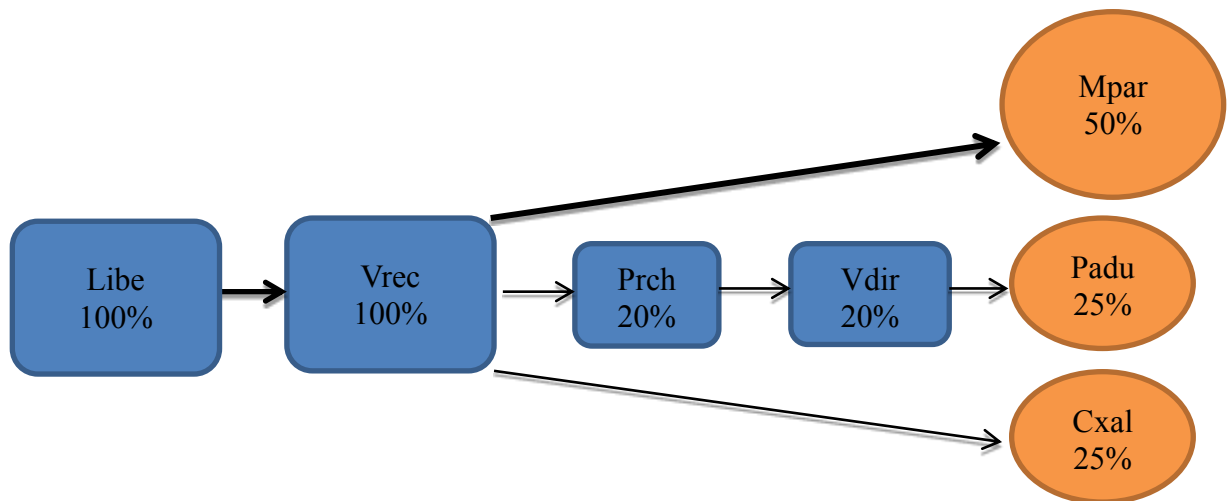


Mpar= *Musa x paradisiaca*, Cpap= *Carica papaya*, Padu= *Piper aduncum*, Cxal= *Conostegia xalapensis*

**Figura 17.** Frecuencia de visitas de los frutos en los bioensayos por *C. sowelli* en la jaula de vuelo (n=36).

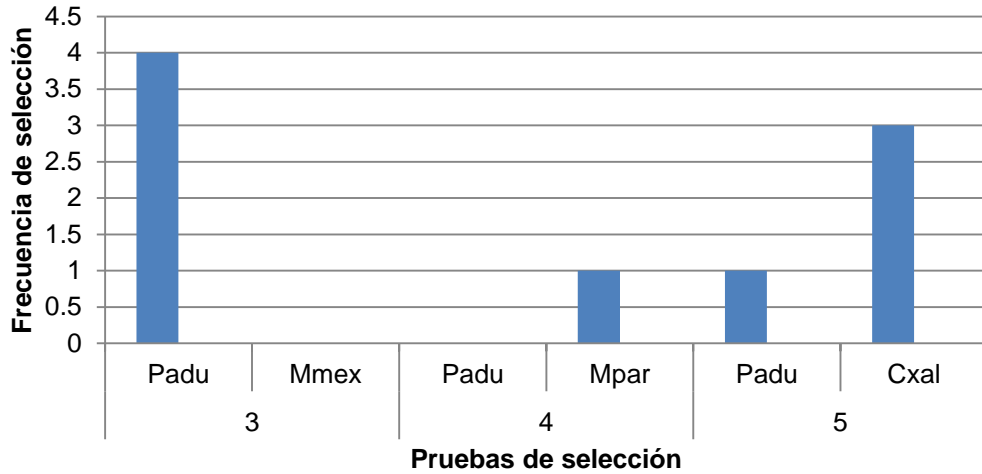
Se esquematizó la tendencia para seleccionar los frutos que siguen los individuos de *C. sowelli*. Después de liberados, se observa que el 100% efectuaron un vuelo de reconocimiento; de este punto seguían dos opciones: la primera, seleccionar un fruto directamente (75%) o perchar en una de las paredes (20%) y posteriormente realizar un vuelo dirigido hacia el fruto que seleccionaron. El 100% de los murciélagos eligieron un fruto (Figura 18).

En el caso de la especie *S. liliium*, los bioensayos fueron con cinco condiciones: en la primera, se ofrecieron dos especies cultivadas (*M. x paradisiaca* y *C. papaya*) se realizó un bioensayo en el cual no hubo selección de fruto; en la segunda condición se ofrecieron dos especies silvestres como son *P. aduncum* y *P. hispidum* e igualmente se realizó un solo bioensayo y tampoco se seleccionó algún fruto; en la tercera se ofreció nanche rojo (*Malpighia mexicana* A. Juss.), una especie cultivada y *P. aduncum*, una especie silvestre, para la cual se realizaron cuatro bioensayos, en todos se seleccionó la especie silvestre; en la cuarta condición se ofrecieron una especie cultivada (*M. x paradisiaca*) y una silvestre (*P. aduncum*), para la cual se realizó un bioensayo donde se eligió *M. x paradisiaca*; para la quinta prueba se ofrecieron frutos de dos especies silvestres como son *P. aduncum* y *C. xalapensis*, efectuándose cinco bioensayos donde en uno no hubo selección, en uno se seleccionó *P. aduncum* y en los otros tres se seleccionó *C. xalapensis* (Figura 19).



Libe= liberación, Vrec= vuelo de reconocimiento, Prch= perchar, Vdir= vuelo dirigido, Mpar= *Musa x paradisiaca*, Padu= *Piper aduncum*, Cxal= *Conostegia xalapensis*

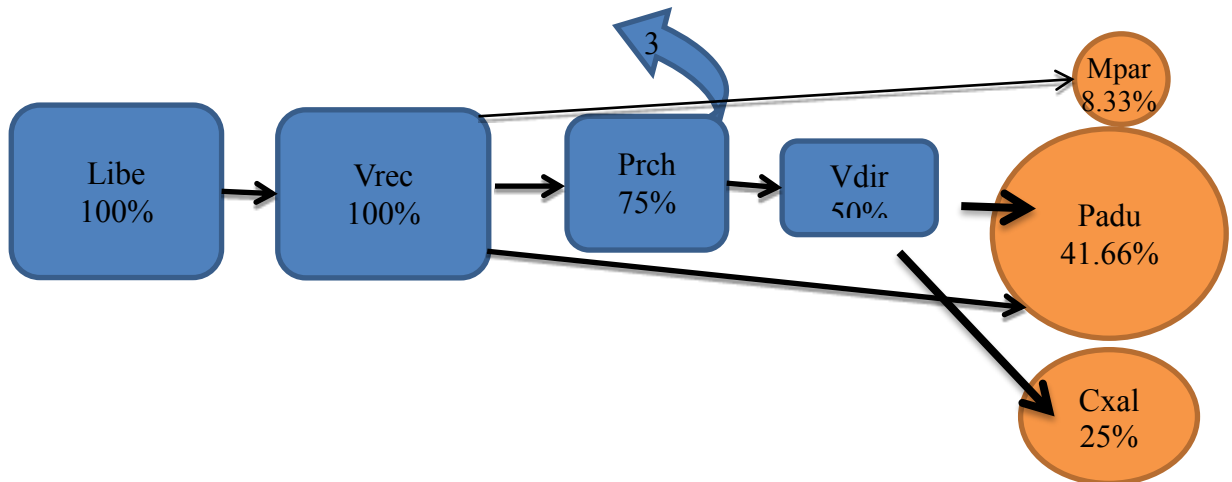
**Figura 18.** Esquema que muestra las tendencias del murciélago *C. sowellii* para elegir frutos, en los bioensayos efectuados en el JBX, Hueytamalco, Puebla, México.



Padu= *Piper aduncum*, Mmex= *Malpighia mexicana*, Mpar= *Musa x paradisiaca*, Cxal= *Conostegia xalapensis*

**Figura 19.** Frecuencia en que fueron visitados los frutos en las condiciones tres, cuatro y cinco, por *S. liliium*.

La tendencia que siguen los murciélagos de *S. liliium*, es que después de ser liberados dentro de la jaula el 100% realiza un vuelo de reconocimiento, de este punto pueden optar entre inmediatamente elegir un fruto (24.33%) o perchar en alguna pared de la jaula (75%). De los murciélagos que eligieron la tercera opción, tres no tuvieron más movimiento por lo que se retiraron de la jaula; el resto mantuvo un vuelo dirigido hacia el fruto (50%) pudiendo seleccionar *P. aduncum* (25%) o *C. xalapensis* (25%) (Figura 20).

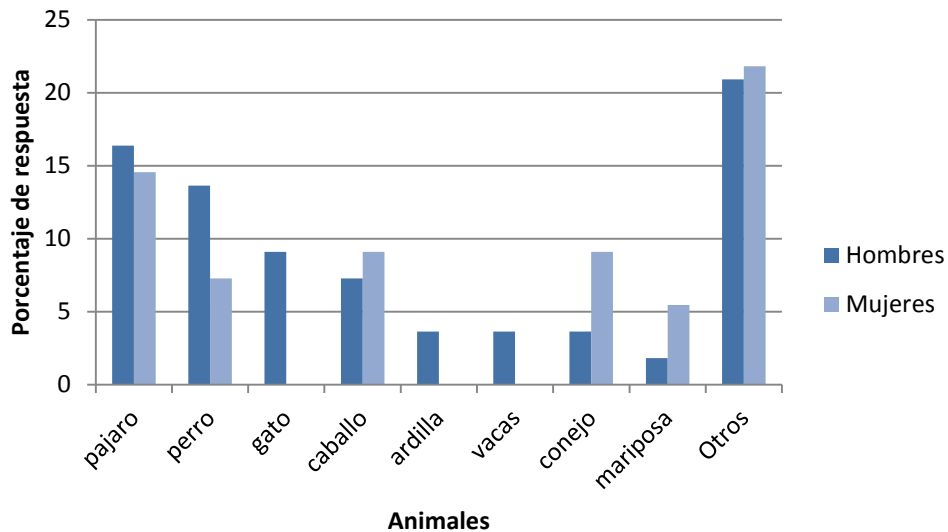


Libe= liberación, Vrec= vuelo de reconocimiento, Prch= perchar, Vdir= vuelo dirigido, Mpar= *Musa x paradisiaca*, Padu= *Piper aduncum*, Cxal= *Conostegia xalapensis*

**Figura 20.** Esquema que muestra las tendencias del murciélago *S. liliium*, para elegir un fruto.

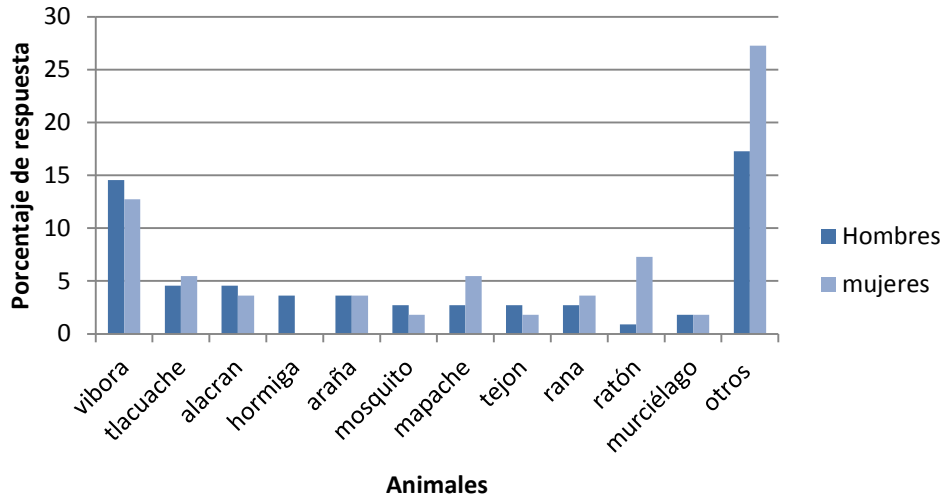
### 8.8. Percepción de los pobladores sobre los murciélagos

Con base en los 33 cuestionarios realizados se obtuvieron los siguientes resultados: los pobladores mencionaron en total 27 animales que les gustan, 22 por hombres ( $H'=2.6$ ) y 17 por mujeres ( $H'=2.57$ ) sin diferencias ( $p>0.05$ ; 0.077); habiendo algunos en común, como el pájaro, el cual fue el mayormente mencionado, por hombres 18 veces y por mujeres 8 veces (Figura 21).



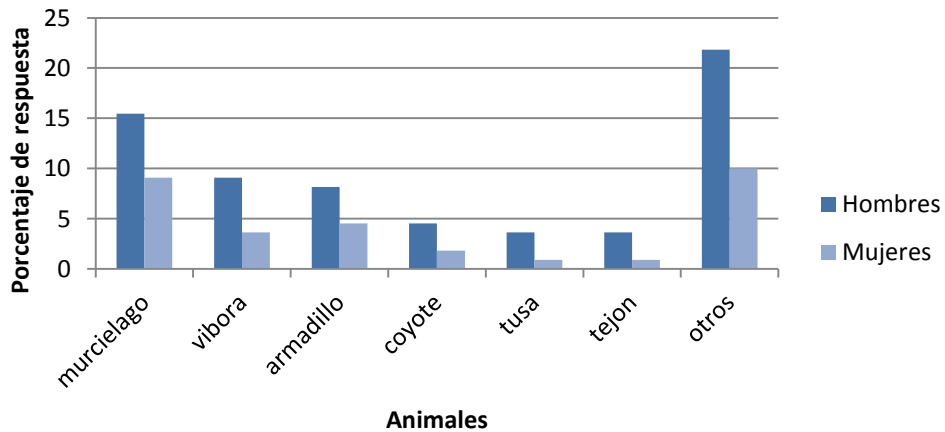
**Figura 21.** Animales más mencionados que les gustan a los pobladores de la comunidad de Xoyoquila, Hueytamalco, Puebla, México.

En cuanto a los animales que no les gustan, mencionaron en total 31 animales, los hombres 25 ( $H'=2.78$ ) y las mujeres 22 ( $H'=1.98$ ), también sin diferencias entre ambos sexos ( $p=0.145$ ); siendo el más mencionado la víbora, por los hombres en 16 ocasiones y 7 ocasiones en las mujeres; sin embargo, el murciélago se encuentra en el décimo lugar para hombres y décimo primero para mujeres (Figura 22).



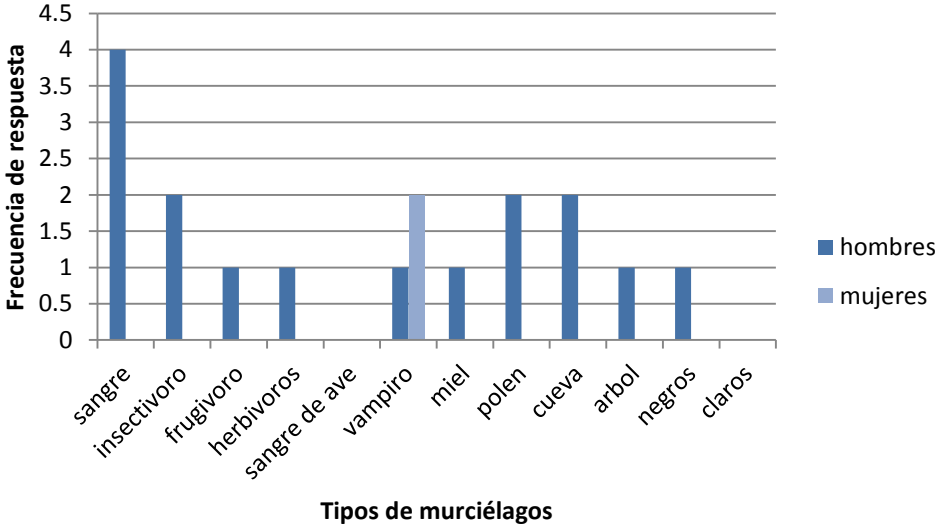
**Figura 22.** Animales más mencionados que no les gustan a los pobladores de la comunidad de Xoyoquila, Hueytamalco, Puebla, México.

La pregunta ¿Qué animales habitan en cuevas? únicamente no fue contestada por una persona, los pobladores mencionaron 25 animales en total, 23 por hombres ( $H'=2.64$ ) y 14 por mujeres ( $H'=2.19$ ), sin diferencias significativas ( $P=0.084$ ). El animal más mencionado (Figura 23) fue el murciélago, por hombres en 17 ocasiones y por mujeres en 10. El porcentaje de desconocimiento fue bajo para ambos siendo en hombres del 34% y en mujeres 38%, reflejando su alto conocimiento al relacionar a los murciélagos con las cuevas.



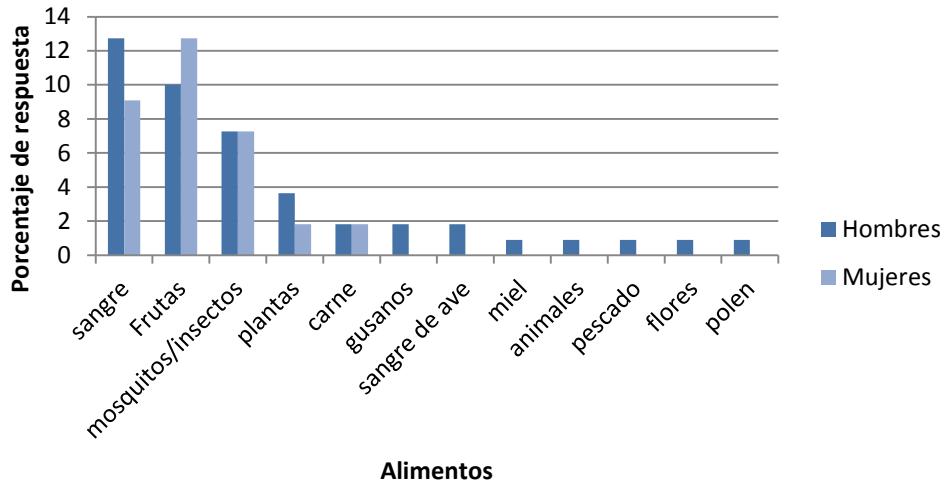
**Figura 23.** Mención de los pobladores sobre los animales que habitan en cuevas de la comunidad de Xoyoquila, Hueytamalco, Puebla, México.

En adelante, las preguntas se enfocaron hacia la quiropetofauna. Al preguntar si conocían los tipos de murciélagos presentes en la zona, los pobladores los categorizaron en tres grandes rubros: a) dependiendo de su alimentación (sangre, insectos, frutas, plantas, sangre de ave, miel, polen, etc.), b) por el lugar donde habitan (cueva, árbol, etc.), y c) por su color (oscuro, claro, etc.) (Figura 24). Sin embargo, el porcentaje de desconocimiento en esta pregunta fue alto con 80% para hombres y 95% para mujeres, debido a que solo nueve pobladores dieron alguna respuesta, sin embargo, fueron correctas.



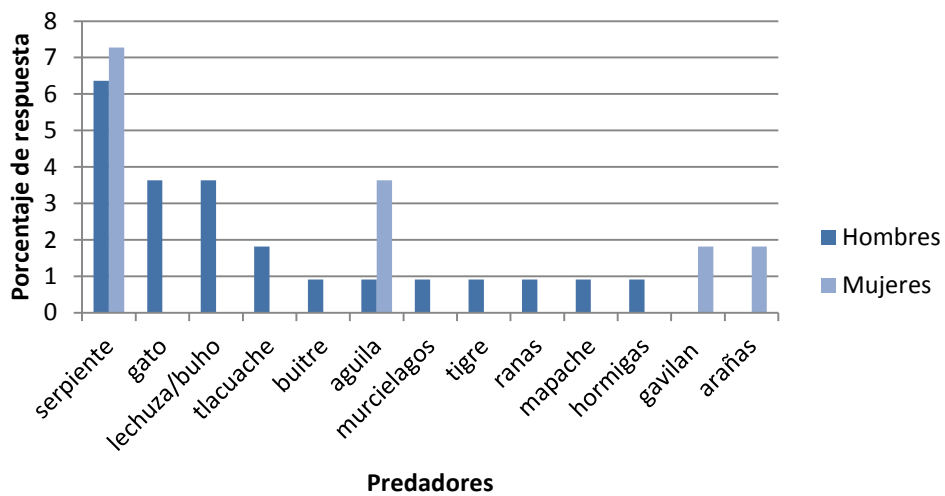
**Figura 24.** Tipos de murciélagos categorizados por los pobladores de la comunidad de Xoyoquila, Hueytamalco, Puebla, México.

Al preguntar ¿Qué comen los murciélagos?, los pobladores respondieron de la siguiente manera, 30 personas respondieron en total 12 alimentos, los hombres mencionando todos ( $H'=1.0$ ), mientras las mujeres solo cinco ( $H'=0.73$ ), sin presentar diferencias entre géneros ( $p=0.104$ ). Los alimentos más mencionados por los hombres fueron sangre (14), seguido por frutas (11), mientras que para las mujeres fue frutas en primer lugar (7) y sangre en segundo (5) (Figura 25). El porcentaje de desconocimiento sobre lo que comen los murciélagos fue de 55% para hombres y 69% para mujeres.



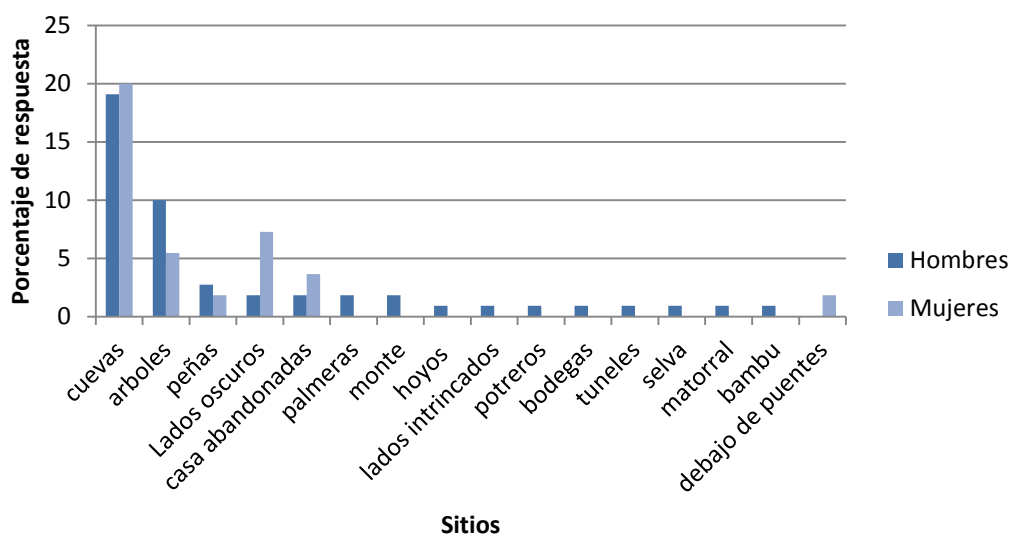
**Figura 25.** Alimento consumido por murciélagos mencionado por los pobladores en la comunidad de Xoyoquila, Hueytamalco, Puebla, México.

Sobre la pregunta ¿Qué animales se comen a los murciélagos?, 14 de los encuestados no contestaron, los demás respondieron de la siguiente manera: los hombres mencionaron 11 animales ( $H'=2.09$ ), mientras que las mujeres 4 ( $H'=1.21$ ); sin embargo, no hubo diferencias significativas ( $p=0.415$ ). El más mencionado por ambos fueron las serpientes (hombres 7, mujeres 4) (Figura 26). El porcentaje de desconocimiento fue alto con respecto a los depredadores de los murciélagos, de 78% para hombres y 85% para mujeres.



**Figura 26.** Tipo de depredadores de murciélagos mencionados por los pobladores de la comunidad de Xoyoquila, Hueytamalco, Puebla, México.

A la preguntar ¿Dónde viven los murciélagos?, todos los pobladores contestaron al menos una vez, mencionando 16 sitios: 15 por los hombres ( $H'=2$ ) y seis por mujeres ( $H'=1.42$ ), sin embargo, no hay diferencias significativas ( $p=0.242$ ). Las cuevas fue el sitio más mencionado por hombres en 21 ocasiones y por mujeres en 11 (Figura 27). El porcentaje de desconocimiento más alto en mujeres con 60%, mientras que para hombres fue de 36%.

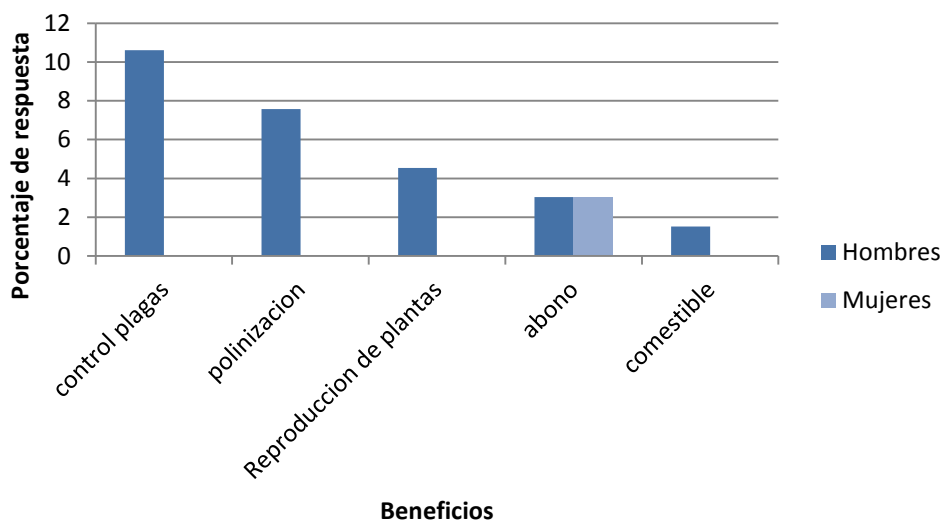


**Figura 27.** Tipo de hábitat de murciélagos mencionados por los pobladores de la comunidad de Xoyoquila, Hueytamalco, Puebla, México.

Al preguntar sobre leyendas o mitos dentro de la comunidad que involucraran a los murciélagos, solo tres personas contestaron. Un adulto varón de 43 años que comentó que “Cuando una persona maldice a otra, un murciélago entra a su casa mientras duerme y le muerde el dedo gordo del pie”. Otro adulto varón de 78 años nos contó que “los ratones al hacerse viejos les salen alas” y finalmente una mujer adulta comentó que “una vez una persona murió por inhalar la suciedad del murciélago, por eso son malos”.

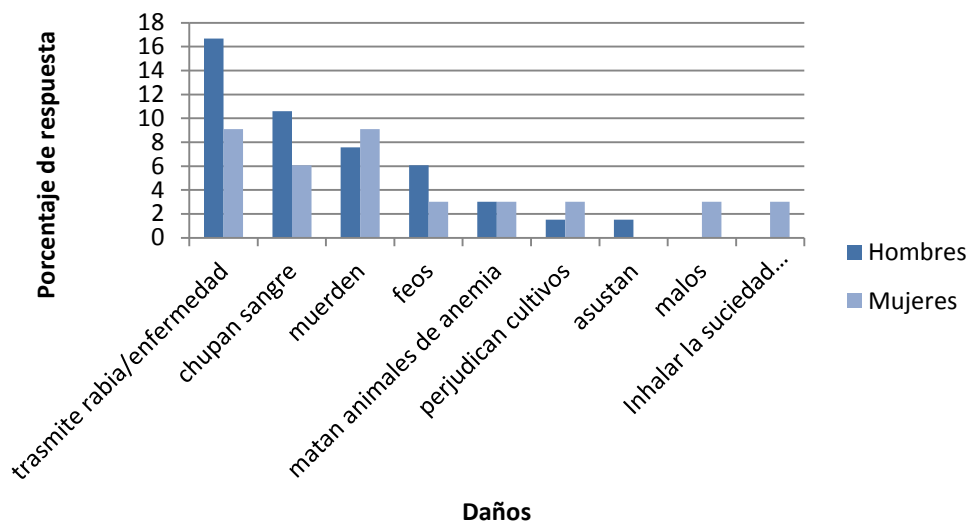
Al cuestionar sobre “cosas buenas” que hacían los murciélagos, 11 personas no contestaron, obteniéndose solo cinco respuestas por hombres ( $H'=1.45$ ) y solo una por mujeres, por lo que el porcentaje de desconocimiento fue alto para ambos grupos con un 73% para hombres y un 97% para mujeres. La respuesta más mencionada

fue el control de plagas mencionado en siete ocasiones, seguido de polinización en cinco ocasiones.



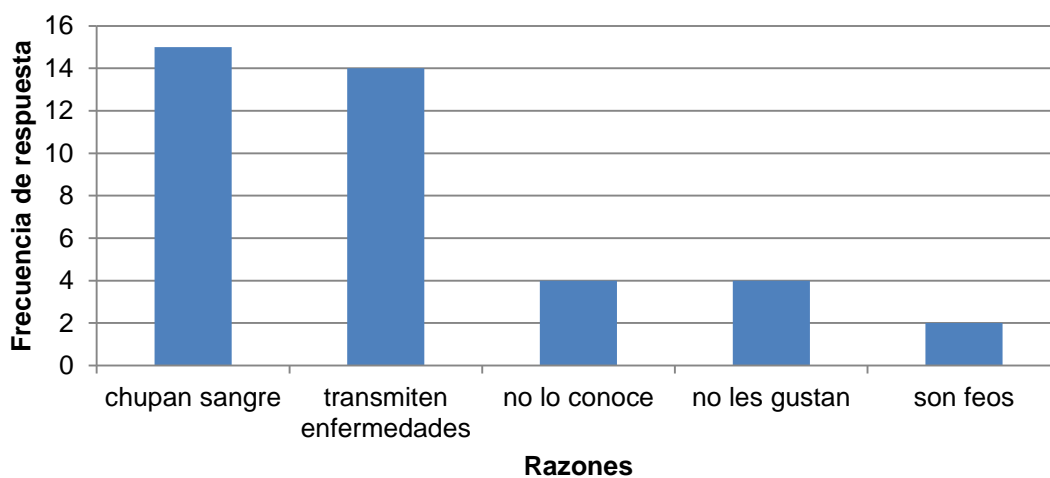
**Figura 28.** Beneficios otorgados por los murciélagos, según la mención de los pobladores de la comunidad de Xoyoquila, Hueytamalco, Puebla, México.

Sin embargo, al preguntar sobre “cosas malas” que hacían los murciélagos; el porcentaje de desconocimiento fue menor a cuando se preguntó por los beneficios, siendo para hombres 53.03% y para mujeres 60.6%; ya que solo cuatro personas no contestaron, obteniéndose nueve respuestas, siete dadas por hombres ( $H'=1.66$ ) y ocho por mujeres ( $H'=1.95$ ). La más mencionada fue transmitir rabia o enfermedades, en 11 ocasiones por hombres y en 3 por mujeres. En esta pregunta, las mujeres mencionaron dos respuestas más que los hombres: que son malos y que enferman al inhalar su suciedad (Figura 29).



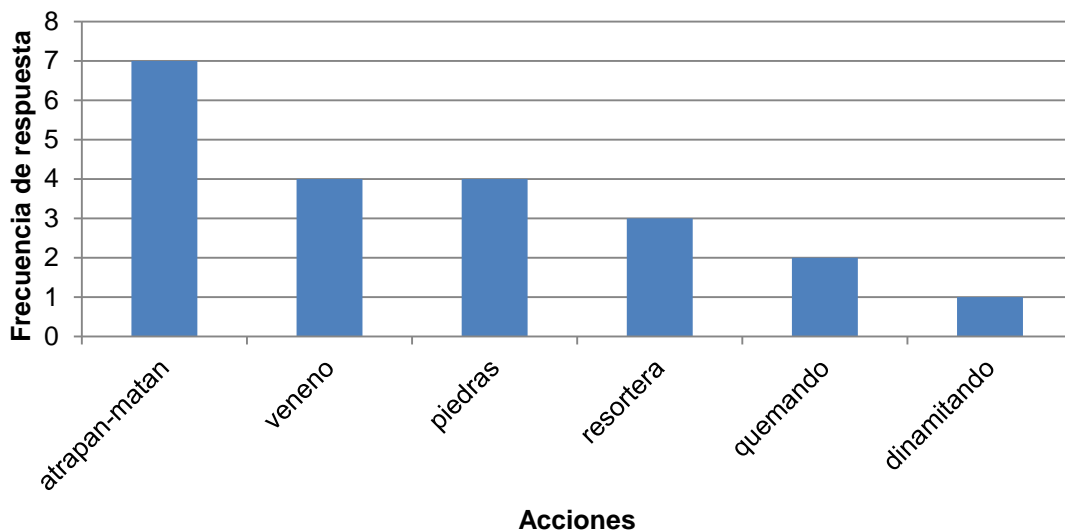
**Figura 29.** Daños que provocan los murciélagos mencionados por los pobladores de la comunidad de Xoyoquila, Hueytamalco, Puebla, México.

En la siguiente pregunta se analizan los posibles motivos por los cuales los pobladores matan a los murciélagos, donde solo dos personas no contestaron y el motivo más mencionado fue “porque chupan sangre” en 15 ocasiones, seguido de “porque transmiten enfermedades” en 14 ocasiones (Figura 30); además agregaron otras respuestas diferentes a las opciones otorgadas: “porque perjudican los cultivos”, “porque viven en cuevas”, “por entretenimiento”, “por temor” y “porque son peligrosos”.



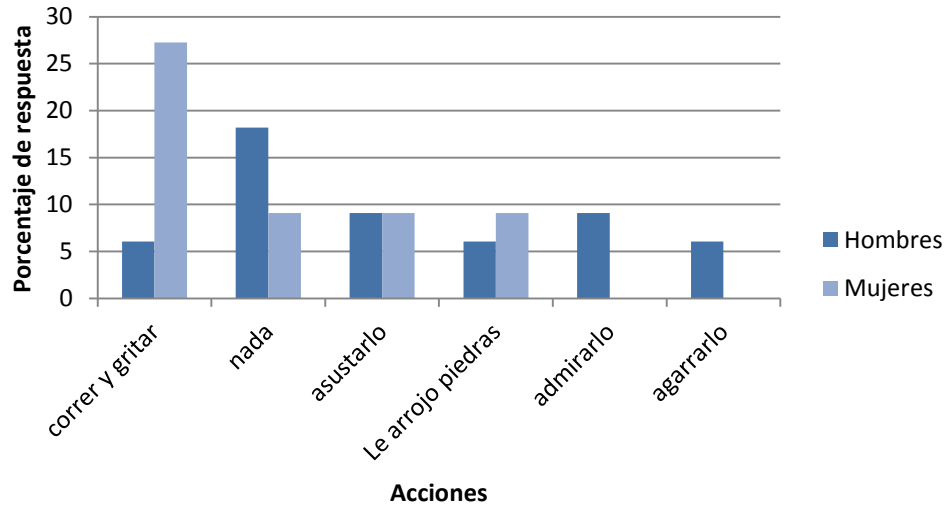
**Figura 30.** Razones del porque matan a los murciélagos mencionados por los pobladores de la comunidad de Xoyoquila, Hueytamalco, Puebla, México.

Con respecto a la pregunta ¿Cómo matan a los murciélagos en su comunidad?, nueve personas no contestaron; de las seis posibles formas otorgadas, la respuesta según el número de menciones, fue “primero los atrapan y después los matan” en siete ocasiones (Figura 46). Los pobladores agregaron otros métodos de matanza como “echar agua donde duermen los murciélagos”, “los atropellan”, “les echan humo donde viven”, “con trampas de miel hechas con cazuelas” y “trampas con hilos y mantas”; además de usando armas como palos, rifles o escopetas y escobas.



**Figura 46.** Acciones realizadas para matar a los murciélagos, mencionados por los pobladores de la comunidad de Xoyoquila, Hueytamalco, Puebla, México

Finalmente, a la pregunta ¿Qué haces cuándo ves a un murciélago?, solo dos pobladores no contestaron, de los demás se obtuvieron seis respuestas en común: “nada”, “asustarlo”, “correr y gritar”, “le arrojé piedras”, “admirarlo”, “agarrarlo” y “matarlo”. Los hombres mencionaron que “no harían nada” en seis ocasiones, mientras que ambos géneros optarían además por matarlos, siendo la respuesta más mencionada por mujeres en cuatro ocasiones. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ( $p=0.367$ ) (Figura 47).



**Figura 47.** Porcentaje de las menciones de qué hacen cuando ven un murciélago los pobladores de la comunidad.

## 9. DISCUSIÓN

### 9.1 Composición taxonómica, categoría de riesgo y lista anotada

En este trabajo se reportan un total de 22 especies, representando un 16% del total de registradas para el país (139 especies: Medellín *et al.*, 1997; 144 especies: Sánchez-Cordero *et al.*, 2014) y entre el 28 y 36% de las registradas para el estado de Puebla (76 especies Medellín *et al.*, 1997; 60 especies Vargas-Miranda *et al.*, 2008).

Vargas-Miranda *et al.* (2008) registraron 35 especies para el tipo de vegetación de bosque tropical perennifolio y 30 especies para la Planicie Costera del Golfo, vegetación y región faunística predominante en el municipio de Hueytamalco, coincidiendo 18 especies aquí presentadas, faltando *C. sowellii*, *D. azteca*, *N. lanatus* y *L. ega*. Para el intervalo altitudinal de 200 a 1,000 msnm, los mismos autores, registraron 33 especies, coincidiendo con 17 especies y faltando *C. sowellii*, *N. stramineus*, *N. lanatus*, *L. ega* y *D. azteca*.

La menor cantidad de especies registradas en este trabajo se debe a la mayor extensión muestreada de la vegetación y la zona, además de que el rango altitudinal es amplio. Por otro lado, Peralta-Moctezuma (2011) registró 45 especies para la sierra Norte de Puebla, de las cuales 20 especies están registradas en este estudio, faltando *L. yerbabuena* y *N. lanatus*. El mayor número de especies se debe a que la extensión del muestreo fue toda la Sierra Norte con sus correspondientes tipos vegetación (bosque tropical perennifolio, bosque de coníferas y encino y bosque mesófilo de montaña), mientras Xoyoquila es una pequeña comunidad con únicamente algunos parches de vegetación de bosque tropical perennifolio y zonas perturbadas.

Se registraron cuatro familias, siendo Phyllostomidae la mejor representada (72.72%) con 16 especies, Natalidae y Mormoopidae (9.09%) con 2 especies cada una, Molossidae y Vespertiniolidae (0.04%) con una especie respectivamente. La mayor abundancia en filostómidos está registrada en otros trabajos (Medellín *et al.*, 1997; López-Téllez, 1998; Álvarez-Cuateta, 2004; Araujo-Vargas, 2008; Vargas-Miranda *et al.*, 2008; Sánchez-Cordero *et al.*, 2014). Esto probablemente se deba a que esta familia se encuentra mejor representada en México, además de que presenta una

variada alimentación y estrategias reproductivas que le permite abarcar un mayor número de hábitats.

En este estudio se registraron individuos de la especie *L. yerbabuena* que tiene un gran valor ecológico, ya que se alimenta de néctar, frutos y polen de agaves y cactus, por lo que es considerado un importante dispersor de semillas y puede ser un componente clave en el mantenimiento de la estructura de los ecosistemas secos tropicales en la parte sur y central de México (Rojas-Martínez *et al.*, 2012; IUCN, 2016; CONABIO, 2016).

## **9.2 Esfuerzo de captura y representatividad del muestreo**

El esfuerzo de captura de este estudio fue de 12,600 M/red\*hr, un poco menor al de Calderón-Patrón (2013) que fue de 12,636 M/red\*hr; sin embargo, el número de especies es el mismo a pesar de que las redes únicamente se mantenían en un punto y en la zona solo hay parches de vegetación, al contrario de Calderón-Patrón (2013) que muestreó una zona más amplia y cuatro tipos de bosque. Esto se puede atribuir a que el muestreo se realizó en el JBX, un posible paso y refugio de los murciélagos del ensamble.

Los estimadores Jackknife de primer orden y Bootstrap muestran que hay entre 24 y 27 especies, por lo que faltarían entre dos y cinco especies por registrar, lo que indica que el listado se encuentra entre el 80.14% y 89.24% y por lo que el inventario está razonablemente completo (Pineda-López y Verdú-Franco, 2013)

## **9.3 Abundancia absoluta, relativa y dominancia**

La mayor abundancia de murciélagos fue en la temporada seca, esto probablemente se deba a que, durante la lluvia, las redes son detectadas más fácilmente por los murciélagos, lo que disminuye su probabilidad de captura. Además de que algunas especies de *Ficus* y solanáceas tienen sus picos de fructificación después de esta temporada (Álvarez-Cuateta, 2004; Araujo-Vargas, 2008).

A partir de la abundancia relativa, se pueden identificar las especies comunes, como lo son *S. liliium*, que representó el 36.46% de todas las capturas y el número de murciélagos de esa especie por red por hora trabajada fluctuó de 8.17 a 17.86 y *A.*

*jamaicensis* y *G. soricina*, cuyos valores de red por hora fluctúan de 6.59 a 8.1. La razón más probable es porque estas especies son dominantes prácticamente en todas las comunidades de murciélagos en bosques neotropicales (Fleming *et al.*, 1972; Medellín, 1993; Gaona-Pineda, 1997, Vargas-Miranda *et al.*, 2008).

Por otro lado *S. liliium*, al ser una especie generalista (Gaona-Pineda, 1997) es muy versátil en sus hábitos alimenticios y responderá a la disponibilidad de alimento. En cuanto a las especies raras cuyos valores de red por hora fueron de 0.08, tal es el caso de *C. senex*, solo se capturó un individuo puede deberse a que es una especie con amplia distribución, pero abundancia típicamente baja, por lo que se considera una especie rara (Santos-Moreno *et al.*, 2010).

#### **9.4 Diversidad y Equidad de Pielou**

La diversidad obtenida para el ensamble de murciélagos en este trabajo fue media ( $H' = 1.98$  y  $H'_{\max} = 3.09$ ), encontrándose por debajo de sitios que tienen la misma vegetación como la Selva Lacandona de Chiapas en 1993 ( $H' = 2.82$ ) y en 1998 ( $H' = 2.12$ ) (Medellin, 1993; López-Téllez, 1998), probablemente porque son zonas mucho más conservadas. Sin embargo, es parecida a la que se registró en distintos puntos de la Mixteca Poblana, como el municipio de Jolalpan con  $H' = 1.96$  (Álvarez Cuateta, 2004) y en Chiautla de Tapia con  $H' = 1.5$  (Araujo-Vargas, 2008) que poseen una vegetación diferente, principalmente selva baja caducifolia. Esto puede deberse a que la zona de Xoyoquila se encuentra perturbada con actividades agropecuarias, cultivos y potreros abandonados, como el estudio de Chávez-Lanzazuri (2012) que obtiene valores que oscilan entre  $H' = 0.63$  y  $H' = 1.68$  y cuya zona de estudio corresponde a bosque secundario en regeneración, dedicado en el pasado al cultivo de café.

#### **9.5 Estructura del ensamble**

La composición de hembras y machos dentro del ensamble fue muy similar con un 48% representado por hembras y un 52% por machos; tomando en cuenta que para algunas especies fueron colectados pocos ejemplares, y el análisis realizado entre machos y hembras únicamente de las especies frugívoras más abundantes, de las

que solo *S. liliium* se mostró diferente con respecto a la relación ( $P < 0.05$ ). Estos valores reflejan el estado reproductivo del ensamble, la estructura social y el sistema de apareamiento de las especies. Algunas especies de filostómidos como *D. tolteca*, *A. jamaicensis*, *C. perspicillata* y *D. rotundus*, entre otras, presentan poliginia formándose grupos de harem, por lo que se esperaría que la cantidad de hembras fuese mayor que machos; sin embargo, el predominio de estos puede deberse a que la probabilidad de captura fuese menor en hembras debido al comportamiento alimentario y reproductivo o a que los harems fueran pequeños (García-García, 2007).

En cuanto a las hembras inactivas (35%) y hembras activas (65%), se encontraron diferencias, siendo la temporada seca donde se encontraron mayor número de hembras activas (101) que en temporada húmeda ( $n=93$ ). Sin embargo, debido a que el procedimiento para verificar el estado reproductivo fue por palpación, es probable que tenga errores, como lo explican Vela-Vargas *et al.* (2016), aunque la diferencia entre temporadas podría deberse a algunos picos de fructificación de algunas especies vegetales permitiendo satisfacer los costos energéticos de la gestación (Araujo-Vargas, 2008; Grajeda-Olvera, 2004). También podría deberse a que los murciélagos aprovecharían la temporada húmeda donde hay una mayor abundancia de alimento para la época de lactancia y destete (Medellín, 1993), siendo los meses de Julio a Octubre; sin embargo, se presentaron hembras preñadas y machos activos durante todo el año, lo que indica que debido a que las especies que dominan el ensamble no parecen mostrar estacionalidad en su reproducción ya que no están limitados por la disponibilidad de alimento (Medellín, 1993).

Para la categorización de los gremios tróficos del ensamble, se tomó como base la dieta analizada en este estudio; sin embargo, debido a las pocas excretas obtenidas de algunas especies, se consideró el apoyo de la literatura especializada en el tema (Coates-Estrada, 1986; Medellín, 1993; Gaona-Pineda, 1997; Grajeda-Olvera, 2004; Araujo-Vargas, 2008; Saldaña-Vázquez, 2014). En la matriz binomial de nicho en relación al tamaño, es claro que existe un solapamiento de especies, ya que hay más de una especie en algunas celdas. El número de celdas en este trabajo es próximo a los estudios de Medellín (1993) y Amín-Ordóñez (1996) y mayor a los

trabajos de Grajeda-Olvera (2004) y Araujo-Vargas (2008), siendo estos dos últimos trabajos en los que se observa un mayor solapamiento de especies. Esto puede deberse a los tipos de vegetación, ya que las selvas altas y bosques tropicales son un ambiente rico con recursos estables que cumplen las demandas fisiológicas de algunas especies de murciélagos que usan el follaje como refugio, sustrato y fuente de energía, al contrario de la selva baja caducifolia que presenta una menor estructura horizontal y vertical.

Las especies que se encuentran categorizadas en un gremio y grupo son semejantes tanto taxonómicamente como morfológicamente, por lo que las características tomadas en este estudio no son suficientes para poder separar la posición en una dimensión; se requiere considerar otras variables que permitan separarlas, como puede ser la morfología del cráneo, aspectos de forrajeo, así como variables sobre el tamaño del alimento, así como la biología de cada especie (comportamiento, hábitos alimentarios, forrajeo, etc.).

El gremio más representativo en este estudio fue el de los frugívoros, al igual que se reporta en otros trabajos (Amín-Ordóñez, 1996; Pérez-Torres y Ahumada, 2004; Ortigón-Martínez y Pérez-Torres, 2007; Calonge *et al.*, 2010, Estrada-Villegas *et al.*, 2010, Cortés-Delgado y Pérez-Torres, 2011). Esto se explica por la oferta alimenticia proporcionada por los árboles de los ecosistemas tropicales que proporcionan frutos, néctar y polen a los murciélagos frugívoros, promoviendo su dominancia en este ecosistema (Ortigón-Martínez y Pérez-Torres, 2007) y aunque la zona se encuentra perturbada, pequeños fragmentos de vegetación nativa pueden mantener la heterogeneidad del paisaje, por lo que se mantienen recursos como alimentos, sitios de percha y de forrajeo (Calonge *et al.*, 2010) además de que las especies de este gremio tienen una alta capacidad de resiliencia (Estrada-Villegas *et al.*, 2010). Los gremios menos abundantes fueron los insectívoros aéreos y hematófagos; el primero puede atribuirse al tipo de método de captura, ya que las redes de niebla permiten capturar especies que vuelan por debajo del dosel de los árboles, mientras que los murciélagos insectívoros vuelan a alturas superiores, además de que su sistema de ecolocalización es más eficiente que el de los frugívoros debido a su tipo de presa, permitiéndoles detectar y evitar las redes (Ortigón-Martínez y Pérez-Torres, 2007

Calonge, *et al.*, 2010). En cuanto a los hematófagos, el bajo número de individuos puede deberse a que no se muestreó en potreros, sitios donde ellos se alimentan (Grajeda-Olvera, 2004).

### **9.6 Patrones de alimentación de murciélagos frugívoros**

Las excretas que se colectaron únicamente fueron de murciélagos frugívoros; sin embargo, se encontraron algunos restos de insectos (2%), principalmente dípteros y formícidos, por lo que es probable que estos se encontraran en el fruto que consumieron los murciélagos, encontrándose por lo tanto en las excretas. Las especies con mayor número de excretas registradas fueron *S. liliium*, *C. sowellii* y *A. jamaicensis*, coincidiendo con la mayor abundancia de individuos. Las semillas de *P. hispidium* fueron las que se observaron en un mayor número de excretas, probablemente porque es una especie pionera que se encuentra en zonas perturbadas (Gaona-Pineda, 1997; Estrada-Villegas *et al.*, 2007), coincidiendo con la comunidad de Xoyoquila, donde se encuentra con abundancia.

Los individuos de la especie *S. liliium* consumieron un mayor número de especies vegetales (13), por lo que se consideraría una especie generalista, coincidiendo con el estudio de Gaona-Pineda (1997). En el caso de la especie *A. jamaicensis*, consumieron 11 especies, categorizándose también como una especie generalista; sin embargo, en diferentes estudios realizados en el neotrópico (Medellín, 1993; Gaona-Pineda, 1997) y en la Mixteca Poblana (Grajeda-Olvera, 2004; Araujo-Vargas), *A. jamaicensis* se categoriza como especialista en *Ficus*. Este cambio de dieta puede deberse a que los murciélagos pueden modificar su dieta en razón al cambio de vegetación en los sitios de alimentación (Hernández-Conrique, 1996).

Se ha reportado que especies emparentadas filogenéticamente consumen frutos de la misma familia, por lo que las subfamilias Sternodermatinae y Carrollinae están asociados a la familia Moraceae y Piperaceae respectivamente (Estrada-Villegas *et al.*, 2010). Lo anterior coincide con lo encontrado en este estudio, donde *C. sowellii* y *C. perspicillata* tienen una inclinación en su dieta hacia plantas de *Piper*, sin embargo, *S. ludivici* también consumió diversas especies de éste género, al contrario con lo reportado por Estrada-Villegas *et al.* (2010, 2007), quienes hacen énfasis

sobre la preferencia del género *Sturnira* por los frutos de *Solanum*. El cambio en su dieta puede deberse a la abundancia de *Piper* en la zona. En temporada húmeda se consumieron un mayor número de especies vegetales, lo cual pudo deberse a que la lluvia es un factor correlacionado con la fructificación de algunas plantas (García-García, 2007), mientras que especies como *S. schlechtendalianum*, *Ficus* sp. y *P. guajava* fueron consumidas únicamente en temporada seca, coincidiendo con sus picos de fructificación (Araujo-Vargas, 2008; Álvarez-Cuateta, 2004).

La mayoría de frutos consumidos por murciélagos pertenecen a plantas pioneras (63%), coincidiendo con el trabajo de Gaona-Pineda (1997). En sitios perturbados, las condiciones microclimáticas cambian, aumentan los niveles de radiación y la temperatura y disminuye la humedad ambiental; estas condiciones favorecen el establecimiento de estas plantas que inician el proceso de regeneración (Vázquez-Torres *et al.*, 2012). Sin embargo, Fuentealba-Durán (2009) reporta que las especies ruderales son las que son mayormente consumidas y dispersadas por animales; el hecho de que los murciélagos prefieren consumir plantas pioneras indica que juegan un papel importante en los procesos de sucesión secundaria y regeneración de bosques y selvas.

### **9.7 Bioensayos de selección de frutos**

De los 36 bioensayos realizados, se obtuvieron respuestas positivas por parte de los murciélagos en 16 de ellos. Esto se atribuye principalmente a que la estandarización de los experimentos fue tardada, debido principalmente a que las especies de murciélagos capturadas durante el tiempo de realización de esta investigación fueron variables, por ejemplo, la selección de las especies más abundantes y la captura en la misma proporción de hembras y machos para los bioensayos fueron complejos, por lo que no se cumplió el diseño originalmente programado. Del total de especies capturadas solo dos fueron elegidas, *C. sowellii* y *S. liliium*, por su abundancia para la realización de los bioensayos y por la proporción de sexos capturadas, reduciendo de esta manera el número de ejemplares potenciales para el experimento; además de que únicamente se podían hacer dos bioensayos por noche, ya que, si los murciélagos se mantenían más tiempo en los sacos, bajaba su temperatura y por lo

tanto no realizaban ninguna conducta.

Otro de los problemas fue seleccionar las especies de frutos que se ofrecerían durante los bioensayos, debido a que se tardó mucho en la identificación de las semillas en las excretas y en el caso de las especies silvestres tenían que estar cercanas al JBX, ya que tenían que colocarse en la jaula recién cortados para evitar que los compuestos cambiaran. Otro punto importante eran las temporadas de fructificación, ya que de las especies ofrecidas únicamente el *Piper* mantiene una fructificación durante todo el año. Además de que, durante la temporada de lluvia, se redujo la cantidad de murciélagos capturados y la jaula de vuelo retenía el agua, mojando a los murciélagos y que estos redujeran su actividad.

Para los murciélagos de la especie *C. sowellii*, cuando se les ofrece dos especies cultivadas (*M. x paradisiaca* y *C. papaya*) o una especie cultivada (*M. x paradisiaca*) y otra silvestre (*P. aduncum*), optan por consumir *M. x paradisiaca*. Se ha reportado que los murciélagos consumen esta fruta y participan en su polinización y la dispersión de semillas (Delucchi y Hurrell, 1998; Flores-Martínez *et al.*, 2000; Preciado-Benítez, 2013), ya que contiene un alto contenido energético necesarios para que el murciélago pueda realizar sus actividades (Santos *et al.*, 2001). Además, en la zona se encuentran grandes cultivos de esta planta (INEGI, 2015), por lo que los murciélagos pueden reconocerla como disponible para su alimentación y aunque no se registró en las semillas identificadas de este trabajo, posiblemente se encuentra en la pulpa que no se pudo identificar. El hecho de que cuando se ofrecieron dos especies nativas (*P. aduncum*, *C. xalapensis*) y ambas fueron seleccionada de la misma manera, puede deberse a que forma parte de su dieta comúnmente, ya que se encontraron semillas de ambas plantas en sus excretas, también se ha reportado la predisposición de la subfamilia Carrollinae por consumir plantas de la familia Piperaceae (Estrada-Villegas *et al.*, 2010).

En el caso de la especie *S. liliium*, el hecho que hayan elegido frutos de *P. aduncum* en lugar de *M. mexicana*, especie cultivada que se encuentra disponible en el JBX, se debe a que los murciélagos pueden mantener una dieta central, no estacional, de especies nutritivas que están disponibles a lo largo del año (Loayza *et al.*, 2006; Grajeda-Olvera, 2004) como es el caso de *Piper*, el cual mantiene una fructificación

durante todo el año. Sin embargo, cuando se ofrecen dos especies nativas, *C. xalapensis* y *P. aduncum*, se aprecia una preferencia por la primera; esto puede deberse a que, aunque generalistas, pueden seleccionar y variar su alimento, especializándose en diferentes especies de plantas conforme se tornan disponibles a lo largo del año (Loayza *et al.*, 2006; Grajeda-Olvera, 2004). Otro punto a considerar es la madurez de los frutos, ya que en ocasiones unos frutos estaban más maduros que otros y los murciélagos se ven más atraídos hacia estos (Hernández-Conrique, 1996), además de que se ven más atraídos por frutos agregados como lo son los de *C. xalapensis*, ya que se encuentran más frutos con un menor esfuerzo y aumentan la concentración de olor, factor importante en la selección de frutos por murciélagos (Hernández-Conrique, 1996), lo que se ve reflejado en la dieta, ya que se encuentra con mayor frecuencia semillas de *Piper* en las excretas, posiblemente porque se encuentra en gran abundancia en el sitio y su fructificación es durante todo el año, al contrario que *C. xalapensis*, que es por temporadas. .

Durante el bioensayo, ambas especies después de la liberación hacen un vuelo de reconocimiento por la jaula, para posteriormente optar por dirigirse al fruto directamente, como la mayoría de *Carollia* o perchar en la jaula de vuelo para continuar el reconocimiento de lugar o medio dentro de la jaula. Por otro lado, el ir directamente hacia el fruto puede deberse a que durante el vuelo de reconocimiento ubicaron el fruto por su olor (Hernández-Conrique, 1996). En el caso de *S. liliium*, la mayoría optó por perchar en la pared de la jaula; en este punto tres ejemplares fueron liberados debido a que la temperatura ambiental bajó y esta tiene influencia en la actividad de los murciélagos (Hernández-Conrique, 1996).

### **9.8 Percepción de los pobladores sobre los murciélagos**

Para los pobladores, el murciélago es un animal poco carismático, ocupando el décimo lugar dentro de la fauna que no les gusta a los pobladores, para hombres y décimo primero para mujeres, probablemente debido a sus hábitos nocturnos, a su aspecto físico, a la alimentación hematófaga de algunos y al cine de terror (Gabriel-Cruz, 2007; Torres-Romero y Fernández-Crispín, 2012).

La definición de murciélago para la mayoría de los pobladores encuestados fue que

era un “ratón con alas” o un “tipo de ave”, coincidiendo con Colodner-Chamudis y Olivares-Romero (2008) en otro punto de la Sierra Norte, asociándolo por su aspecto o por su capacidad de volar. Incluso el nombre castellano “murciégalo” (por metástasis, “murciélagos”) alude a esta definición, ya que deriva del latín *mus* (ratón) *caecus* (ciego) *alatus* (alado); esta percepción puede deberse también a que en las comunidades son más difundidos los mitos que la historia natural del organismo (Navarro y Banayas, 2007).

Los pobladores conocen los sitios donde habitan, ya que los mencionan en primer lugar cuando se pregunta sobre animales que viven en cuevas y mencionan otros 16 sitios, los hombres mencionando 15, mientras que las mujeres seis, habiendo un porcentaje de desconocimiento más alto en mujeres (60%); esto probablemente a que el hombre es quien sale principalmente al campo (Cossío-Bayúgar, 2007), teniendo el conocimiento donde pueden encontrarlos, mientras las mujeres se encargan del hogar.

Aunque se encontraron 22 especies de murciélagos, los pobladores los clasifican de acuerdo al lugar donde habitan, por su color o por su tipo de alimentación, por lo que el índice de desconocimiento fue alto, mayormente en mujeres con un 94.54%. En cuanto a su alimentación, la sangre fue mayormente mencionada por hombres y frutas por mujeres, lo que indica que los pobladores reconocen al murciélago como una sola especie (Cossío-Bayúgar, 2007), principalmente a la creencia de que todos son “vampiros”, es decir, murciélagos hematófagos (Colodner-Chamudis y Olivares-Romero, 2008). Sin embargo, en el trabajo de Rodríguez (2005) los habitantes de la Mixteca Poblana son capaces de identificar al murciélago hematófago de entre otros dibujos de otras especies de murciélagos.

Al preguntar sobre los depredadores de los murciélagos el porcentaje de desconocimiento fue alto; sin embargo, las respuestas proporcionadas fueron acertadas, siendo las serpientes la mayormente mencionada, al igual que en el trabajo de Torres-Romero y Fernández-Crispín (2012), por lo que los pobladores pueden reconocer algunos aspectos del rol ecológico de los murciélagos.

Los pobladores solo conocen leyendas que involucren murciélagos. Una fue sobre su origen: “los murciélagos son ratones que al hacerse viejos les salen alas”; otra

relacionada a brujería: “cuando una persona maldice a otra, un murciélago entra a su casa mientras duerme y le muerde el dedo gordo del pie”, coincidiendo con el estudio de Cossío-Bayúgar (2007) donde los relacionan con la magia amorosa o erótica, utilizándose como “filtros de amor”. Finalmente, una refiriéndose a enfermedad: “una vez una persona murió por inhalar la suciedad del murciélago, por eso son malos”, difiriendo con un mito mencionado por Colodner-Chamudis y Olivares-Romero (2008) donde se afirma que el guano es bueno ya que sirve como fertilizante natural debido a sus altos niveles de nitrógeno. Sin embargo, el mito de que el guano enferma de tuberculosis puede deberse a que el excremento de murciélago es idóneo para la supervivencia del hongo *Histoplasma capsulatum*, que afecta a los pulmones y cuyos síntomas son parecidos a los de la tuberculosis; en pocos casos causan la muerte, principalmente en personas desnutridas o que inhalan una gran cantidad de conidios de este hongo (Tobon *et al.*, 1997; Taylor *et al.*, 2000; López-Martínez, 2005).

Los pobladores enumeran más daños que beneficios obtenidos por los murciélagos; se mencionaron cinco beneficios, de los cuales el mayormente mencionado fue el control de plagas, aunque en el muestreo se encontraron una mayor cantidad de frugívoros (83%) dentro del ensamble, por lo que el índice de desconocimiento fue alto. Sin embargo, al preguntar sobre los daños que ocasionan, el porcentaje de desconocimiento disminuye, ya que se obtuvieron nueve respuestas, siendo la mayormente mencionada transmisor de rabia o enfermedades. También mencionan que para ellos es un daño que consuman frutas ya que dañan los cultivos al contrario que en el trabajo de Torres-Romero y Fernández-Crispín (2012), donde el hecho de que consuman fruta significa que no son agresivos ni dañinos, por lo que los pobladores consideran mayormente el daño a los cultivos que el beneficio de la dispersión de semillas.

En cuanto a las acciones que los pobladores tienen hacia los murciélagos, los hombres mencionaron que no harían nada. Sin embargo, las mujeres mencionaron mayormente que lo matarían probablemente por que la mayoría de murciélagos vistos por ellas están dentro de la casa y siendo un animal “de monte” puede ser peligroso; al preguntar la razón mencionaron principalmente por que los matan es “porque chupan sangre”, aunque sólo el 1% de los murciélagos capturados fue

hematófago. Finalmente mencionan que “los atrapan y después los matan”, aunque también antes hacían algunas trampas de miel hechas con cazuelas y con hilos y mantas. No obstante, un alto porcentaje de desconocimiento en ambas preguntas fue bajo, lo que indica que los pobladores no tienen mucho contacto con ellos y no los matan con frecuencia.

### **9.9 Discusión general**

En muchas regiones del país, debido a actividades antropogénicas, la vegetación nativa ha cambiado, siendo destinado gran parte del territorio a actividades agropecuarias y el uso del suelo principalmente para agricultura, como es el caso de la comunidad de Xoyoquila. De ahí que la importancia del ensamble de murciélagos está basada en el papel que juegan en los ecosistemas, tales como la regeneración de zonas perturbadas a partir de la dispersión de semillas, la polinización, el control de plagas, etc. Algunos miembros de la familia Phyllostomidae son más abundantes que otros, como *S. liliium* y *A. jamaicensis* que pertenecen al gremio de los frugívoros debido a sus adaptaciones alimenticias, como el ser generalistas en el consumo de frutos, esto como una respuesta marcada a la perturbación de la zona. Por lo tanto, es importante que cuando se realicen estudios sobre esta fauna se tome en cuenta a los pobladores, haciéndoles saber los beneficios que obtiene de ellos y establecer programas de educación ambiental, de manera que se puedan enfocar en proteger tanto áreas en buen estado, como zonas perturbadas que sirven para refugio o corredores naturales de algunas especies.

## 10. CONCLUSIONES

- Para el Jardín Botánico Xoyoquila (JBX) ubicado en el municipio de Hueytamalco, Puebla México, se reportan 22 especies de murciélagos, lo que representa el 16% de las 144 reportadas para México; de las que solo *L. yerbabuena* y *E. hartii* se encuentran Bajo Protección Especial (Pr) por NOM-059 (2010) y la primera como Casi Amenazada (NT) por IUNC (2016).

Las especies registradas representan entre el 80.14% y 89.24%, faltando un mayor esfuerzo de captura según los estimadores de Jackknife de primer orden y Bootstrap, respectivamente.

La mayor abundancia de murciélagos fue en la temporada seca, siendo *S. liliium* la especie más abundante y dominante del ensamble.

Dentro del ensamble de murciélagos, se observa un mayor número de machos que hembras, sin embargo, solo se presentan diferencias significativas entre machos y hembras de *S. liliium*.

- Se registraron siete gremios tróficos, habiendo un posible solapamiento de especies. El gremio más representativo es de los frugívoros.
- *Sturnira liliium* consumió un mayor número de especies vegetales, por lo que se consideraría una especie generalista al igual que *A. jamaicensis*, pudiendo deberse a que los murciélagos son capaces de modificar su dieta por el cambio de vegetación en los sitios de alimentación. La mayoría de frutos consumidos por murciélagos pertenecen a plantas pioneras, lo que indica que juegan un papel importante en los procesos de sucesión secundaria y regeneración de bosques y selvas.
- Las especies *S. liliium* y *C. sowellii* siguen un patrón parecido al elegir frutos.
- Los habitantes de la comunidad de Xoyoquila consideran a los murciélagos animales poco carismáticos; sin embargo, son pocas las historias o mitos acerca de estos. Los conocimientos y la percepción que tienen los pobladores de la comunidad sobre los murciélagos son negativa como resultado del temor que les causan, generando su sacrificio cuando tienen oportunidad.

## **11. RECOMENDACIONES**

- Se sugiere trabajar en otras áreas del municipio para tener una mejor representatividad de la quiropteroфаuna de esta zona.
- Proteger los sitios que sirven de refugio como cuevas, estén ocupadas o no, que permitan mantener las poblaciones.
- Elaborar un programa de educación ambiental por medio de talleres, abordando temas de la biología básica de los murciélagos, mitos y leyendas, reiterando los beneficios que aportan, lo que ayudará a su conservación.
- Desarrollar un plan ecoturístico con la finalidad de hacer visitas guiadas nocturnas, con los pobladores y visitantes de la comunidad, de manera que puedan tener un contacto directo con la quiropteroфаuna sin afectar su hábitat.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Cuateta S. (2004). *Distribución y abundancia de una comunidad de murciélagos en el municipio de Jolalpan, Puebla*. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Amín-Ordóñez M. A. (1996). *Ecología de comunidades de murciélagos en bosque tropical y hábitats modificados en la Selva Lacandona, Chiapas*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Araujo-Vargas C. (2008). *Comunidad de murciélagos de la UMA "Tlahuayan" de San Juan de los Ríos Chiautla de Tapia, Puebla*. Tesis de pregrado. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Arita H. T. y Humphrey S. R. (1988). *Revisión taxonómica de los murciélagos magueyeros del género Leptonycteris (Chiroptera: Phyllostomidae)*. Acta Zool. Mex. (s/n), 29, 1998.
- BGCI. (2006). *The Gran Canaria Declaration II: On Climate Change and Plant Conservation*. Área de Medio Ambiente y Aguas del Cabildo de Gran Canaria, Jardín Botánico "Viera y Clavijo", Botanic gardens Conservation International, Richmond.
- Bonaccroso, (1978). *Foraging and Reproductive Ecology in a Panamanian Bat Community*. *Bulletin of the Florida State Museum*. Biological Sciences, 24:361407.
- Caballero, N. J. (Coord.) (2012). *Jardines Botánicos: Contribución a la conservación vegetal de México*. CONABIO. México.
- Calderón-Patrón J. M., Briones-Salas M. y E. Moreno C. (2013). *Diversidad de murciélagos en cuatro tipos de bosque de la Sierra Norte de Oaxaca, México*. THERYA, abril, 2013 Vol.4 (1):121-137 DOI: 10.12933/therya-13-90.
- Calixto-Benites, F. (2013). *Diversidad Alfa y Gremios Tróficos de murciélagos en Fragmentos de Selva Baja Caducifolia en el centro de Veracruz*. Trabajo de experiencia recepcional. Universidad Veracruzana.
- Calonge B., Vela-Vargas I. y Pérez-Torres J. (2010). *Murciélagos asociados a una finca ganadera en Córdoba (Colombia)*. REVISTA MVZ CÓRDOBA • Volumen 15(1).
- Ceballos, G. y Oliva, G. (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. Hong Kong. 986 pp.
- Chávez-Landazury A. (2012). *Composición y estructura del ensamblaje de murciélagos de sotobosque en la reserva La mariposa, Valle del Cauca*. Tesis de Pregrado. Universidad del Valle.
- Coates-Estrada R. y Estrada A. (1986). *Manual de identificación de campo de los mamíferos de la estación de biología "Los Tuxtlas"*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Colodner-Chamudis A. G., Olivares-Romero M. E. (2008). *Mitos y realidades sobre los murciélagos en la Sierra Norte de Puebla*. Saberes compartidos. Revista de Divulgación Científica, Tecnológica y Humanística Año 2, No. 2. pp 33-37.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. *La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado*. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 440 páginas.
- CONABIO. (2016). *Enciclo Vida. Biodiversidad Mexicana*. Consultado el día 16 Agosto 2016. <http://bios.conabio.gob.mx/especies/8018766>
- CONAGUA. (2015). *KAMZ de estaciones*. Obtenido de:

[http://smn1.conagua.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=178:publicaciones-categorizadas-por-estacion](http://smn1.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=178:publicaciones-categorizadas-por-estacion)

- Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (CITES). (2016). Obtenida de <https://www.cites.org/> , el día 24 de enero de 2017.
- Coria-Villegas P. D. (2014). *Fobia lunar en murciélagos en el municipio de Tuxpan, Veracruz*. Tesis de Pregrado. Universidad Veracruzana.
- Cortés-Delgado N. y Pérez-Torres J. (2011). *Habitat edge context and the distribution of phyllostomid bats in the Andean forest and anthropogenic matrix in the Central Andes of Colombia*. *Biodivers Conserv* (2011) 20:987–999.
- Cossío-Bayúgar, A. B. (2007). *Conocimiento y comparación del uso de la fauna silvestre en dos comunidades ejidales del municipio de Hueytamalco, Puebla, México*. Tesis de maestría, Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz, México.
- Delucchi G. y Hurrell J. A. (2008). *Mussaceae*. Flora Rioplatense. Literature of Latinoamerica.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) SEMARNAT. (2015). *NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 actualizada en 2015*. Obtenida de: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010)
- Estrada-Villegas S., Pedraza C. A., Pérez-Torres J. y Stevenson P. R. (2007). *Nuevo reporte sobre la dieta de *Sturnira aratathomasi* y algunas notas sobre la distribución en Colombia*. *Chiroptera Neotropical*, 13(1).
- Estrada-Villegas S., Pérez-Torres J. y Stevenson P. R. (2010). *Ensamblaje de murciélagos en un bosque subandino colombiano y análisis sobre la dieta de algunas especies*. *Mastozoología Neotropical*, 17(1):31-41.
- Evangelista-Olivia V., López-Blanco J., Caballero-Nieto J., Matínez-Alfaro M. A., (2010). *Patrones espaciales de cambio de cobertura y uso del suelo en el área cafetalera de la sierra norte de Puebla*. Invest.Geg no. 72 México ago.2010.
- Fleming T. H., E. T Hooper. y Wilson D. E. (1972). *Three Central American Bats Communities: Structure, Reproductive Cycles, and Movement Patterns*. *Ecology*, 53;555-563.
- Flores-Crespo R., (1998). *La rabia en las diferentes especies, sus transmisores y su control*. IIC Biblioteca Venezuela.
- Flores-Martínez J. J., Otrega J. y Ibarra-Manríquez. (2000). *El hábito alimentario del murciélago zapotero (*Artibeus jamaicensis*) en Yucatán*. *Revista Mexicana de Mastozoología* 4:22-39.
- Fuentealba-Durand B. (2009). *Efecto de la remoción de pastos en la regeneración de pastos de la vegetación de selva en las praderas ganaderas abandonadas*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gabriel-Cruz J. M. (2007). *Entre la noche y la incompreensión. Murciélagos*. En X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RED POP-UNESCO) y IV Taller “Ciencia, Comunicación y Sociedad” San José, Costa Rica.
- Gaona-Pineda, O. (1997). *Dispersión de semillas y hábitos alimenticios de murciélagos frugívoros en la Selva Lacandona, Chiapas*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gándara-Fierro G., Correa-Sandoval A. N. y Hernández-Cienfuegos C. A., (2006). *Valoración económica de los servicios ecológicos que prestan los murciélagos*

*Tadarida brasiliensis* como controladores de plagas en el norte de México. Working Paper No. 2006-5

- García E., (1964). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía-UNAM. México. 90 pp.
- García-García J. L., (2007). *Estructura poblacional del murciélago Dermanura Tolteca (Saussure, 1860) en el Municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca*. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional.
- Grajeda-Olvera A., (2004). *Estructura trófica, abundancia relativa y condición reproductiva de una comunidad de murciélagos de la Mixteca Poblana*. Tesis de Pregrado. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Hernández-Conrique, D. I. (1996). *Selección de frutos por los murciélagos del Bosque Mesófilo de Motaña en la Estación científica Las Joyas*. Tesis de Pregrado. Universidad de Guadalajara.
- Hernández-Roblero B., (2011). *Análisis de la cadena productiva de la naranja (Citrus sinensis) en el municipio de Hueytamalco en el estado de Puebla*. Tesis pregrado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- INAFED. (2016). *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*. Obtenido de: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21076a.html>
- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Hueytamalco, Puebla Clave geoestadística 21076*. Obtenido de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/21/21076.pdf>
- INEGI. (2015). *Espacios y Datos de México*. Obtenido de: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx>
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 16 August 2016.
- Krebs C. J., (1989). *Ecological methodology*. Harper Collins. New York. USA. 434 pp.
- Kunz, T. H. (1973). *Resource Utilization: temporal and Spatial Components of Bats Activity in Central Iowa*. Journal of Mammalogy, 54:14-32.
- Liberatore, G., Samson A., Baldin C., Schleuning W y Medcalf R., (2003). *Vampire Bat Salivary Plasminogen Activator (Desmoteplase): A Unique Fibrinolytic Enzyme That Does Not Promote Neurodegeneration*. Journal of The American Heart Association Stroke, 34: 537-543.
- Loayza, A. P., Ríos, R. S. y Larrea Alcázar, D. M. (2006). *Disponibilidad de recurso y dieta de murciélagos frugívoros en la Estación Biológica Tunquini, Bolivia*. Ecología en Bolivia, 41(1), 7-23.
- López-Martínez R. (2005). *Ecología de los hongos patógenos para el hombre*. Revista Mexicana de Micología, (21), 85-92.
- López-Téllez. M. C. (1998). *Composición, Diversidad y Estructura de la comunidad de Murciélagos de la Selva Lacandona Chiapas., México*. Tesis de Pregrado. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Medellín, L. R. A., (1993). *Estructura y Diversidad de una Comunidad de Murciélagos en el Trópico Húmedo Mexicano*. Pp 33-354. En: Avances en el Estudio de Mamíferos de México (R. A. Medellín y G. Ceballos, eds) Publicaciones Especiales, No.1 Asociación Mexicana De Mastozoología, A. C. México, D. F. 464 pp

- Medellín, L. R. A.; Arita, H. T. y O. Sanchez., (1997). *Identificación de murciélagos de México*. Clave de Campo, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicaciones Especiales N°2. México, D.F, 83 pp.
- Myers, P., R. Espinosa, C. S. Parr, T. Jones, G. S. Hammond, and T. A. Dewey. (2017). The Animal Diversity Web (online). Obtenido de <http://animaldiversity.org>
- Naturalista, (2017). Obtenido de <http://www.naturalista.mx/>
- Navarro L. y Benayas, J. (2007). Educación ambiental y conservación de murciélagos en Hidalgo, México. En Sureda N.J y Cano M.L. (comps.) *Tendencias de la Investigación en Educación Ambiental: al desarrollo socioeducativo y comunitario*.
- Olea-Wagner A., Lorenzo C., Naranjo E., Ortiz D. y León-Paniagua L. (2007). *Diversidad de frutos que consumen tres especies de murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae) en la Selva Lacandona, Chiapas, México*. Revista Mexicana de Biodiversidad 78: 191-200.
- Ortégón-Martínez D. A. y Pérez-Torres J. (2007). *Estructura y composición del ensamblaje de murciélagos (Chiroptera) asociado a un cafetal con sombrío en la Mesa de los Santos (Santander), Colombia*. Actual Biol., 29 (87): 215-228.
- Palmer M. (1990). *The estimation of species richness by extrapolation*. Ecology 71:1195-1198.
- Peralta-Moctezuma J. V., (2011). *Estado actual de los mamíferos silvestre de la Sierra Norte de Puebla*. Tesis de Pregrado. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Pérez-Torres J. y Ahumada J. A. (2004). *Murciélagos en bosques alto-andinos, fragmentados y continuos, en el sector occidental de la sabana de Bogotá (Colombia)*. Universitas Scientiarum, 9, 33-46.
- Pineda-López R. y Verdú-Faraco J. R. (2013). *Cuaderno de Prácticas. Medición de la Biodiversidad: Diversidad alfa, beta, gama*. Universidad Autónoma de Querétaro y Universidad de Alicante. Editorial Universitaria. Colección académica. Serie Nodos. 114 p.
- Preciado-Benítez O. (2013). *Atracción de murciélagos frugívoros para facilitar la restauración en áreas perturbadas en la Reserva de la Biósfera Selva El Ocote, Chiapas*. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur.
- Reyes-Velázquez, S. (2011). *Diversidad y dieta de los murciélagos frugívoros (Chiroptera: Sternodermatinae) en el jardín botánico de la Universidad del Mar, Puerto Escondido, Oaxaca*. Tesis de Pregrado. Universidad del Mar.
- Rzendowski, J. (2006). *Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. México. 505 pp.
- Rodríguez, M. M. (2005). *Densidad poblacional de murciélagos hematófagos Desmodus rotundus y su impacto en el ganado en la comunidad Rancho el Salado, municipio de Jolalpan, Puebla*. Tesis de Pregrado, Escuela de Biología, BUAP, Puebla.
- Rojas-Martínez A., Godínez-Álvarez H., Valiente-Banuet A., Arizmendi M.C. y Sandoval-Acevedo O. (2012). *Frugivory diet of the lesser long-nosed bat (Leptonycteris yerbabuena), in the Tehuacán Valley of central Mexico*. THERYA, diciembre, 2012 Vol.3(3):371-380.
- Saldaña-Vázquez R. A. (2014). *Intrinsic and extrinsic factors affecting dietary specialization in Neotropical frugivorous bats*. Mammal Review ISSN 0305-1838.
- Sánchez-Cordero V., Botello F., Flores-Martínez J. J., Gómez-Rodríguez R. A.,

- Guevara L., Gutiérrez- Granados G. y Rodríguez-Moreno Á. (2014). *Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México*. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S496-S504. DOI:10.7550/rmb.31688.
- Santos–Moreno A., García–García J. L. y Rodríguez–Alamilla A. (2010). *Ecología y reproducción del murciélago Centurio senex (Chiroptera: Phyllostomidae) en Oaxaca, México*. Rev. Mex. Biodiv. 81(3):
  - Santos P., Rivera I. y Rojas A. (2001). *Contenido nutrimental del alimento proporcionado a murciélagos (Phyllostomidae) en cautiverio*. Investigación Universitaria Multidisciplinaria: Revista de Investigación de la Universidad Simón Bolívar, (3), 2.
  - Soberón J. y Llorente J. (1993). *The use of species accumulation functions for the prediction of species richness*. Conservation Biology 7:480-488
  - Taylor M. C., Morales-Quiroz A., Chávez-Cortés C. R., García-Torres D., Montañó-Ortiz G. y Pedroza-Serés M. (2000). *Actualidades inmunológicas y moleculares sobre la epidemiología de la histoplasmosis en Morelos, México*. Gac Méd Méx Vol. 136 No. 5.
  - Tobón, A., Franco, L., Correa, A. L., Bedoya, F., Ortega, J., Soto, M. y Restrepo, A. (1997). *Histoplasmosis en el adulto*. Acta Med Col, 22, 277-84.
  - Torres-Romero E. J. y Fernández-Crispín A. (2012). *Instrumento para el análisis y evaluación de los conocimientos, actitudes y acciones hacia los murciélagos en la Mixteca poblana*. Investigación ambiental Ciencia y política pública, 4(1).
  - Trejo-Salazar R. E., Scheinvar E, y Eguiarte L. E., (2015). *¿Quién poliniza realmente los agaves? Diversidad de visitantes florales en 3 especies de Agave (Agavoideae: Asparagaceae)*. Revista Mexicana de Biodiversidad 86 (2015) 358–369.
  - Vargas- Miranda B., Ramírez-Pulido J. y Ceballos G. (2008). *Murciélagos del Estado del Estado de Puebla, México*. Revista Mexicana de Mastozoología 12:59-112.
  - Vázquez-Torres M., Armenta-Montero S., Carvajal-Hernández C. y Campos-Jiménez J. (2012). *Identificación de la diversidad de plantas presentes en los primeros 16 km de influencia de la central nucleoelectrica de Laguna Verde*. Convenio INEUV, Núm. de registro INE/A1005/2012.
  - Vela-Vargas, M., Pérez-Pabón, L., Larraín, P. y Pérez-Torres, (2016). *J. Vaginal Smears: A key source of information on the estrous cycle of neotropical bats*. Mastozoología Neotropical / Journal of Neotropical Mammalogy 23(1):139-145
  - Vovides A.P., Linares E. y Bye R. (2010). *Jardines Botánicos de México: Historia y Perspectiva*. Secretaría de Educación de Veracruz, Xalapa.

## 13. ANEXOS

### ANEXO 1

#### Entrevista aplicada a los pobladores de Xoyoquila, Hueytamalco, modificada de Romero y Fernández (2012)

##### ENCUESTA EN LA MODALIDAD DE ENTREVISTA SOBRE LOS MURCIÉLAGOS

A continuación, se realizan algunas preguntas para saber qué animales conoce y qué sabe de ellos. Procure dar respuestas cortas y contestar lo más rápido que pueda, ya que nos interesa la primera impresión que pueda tener acerca de ellos. Si en alguna pregunta llega a tener problemas, le sugiero que anote un **NO SÉ** de respuesta.

Edad: \_\_\_\_\_ Género: Hombre \_\_\_\_\_ Mujer \_\_\_\_\_

¿Cuánto tiempo lleva viviendo en su comunidad? \_\_\_\_\_

Grado de estudios: \_\_\_\_\_

¿Ha viajado a alguna parte fuera de tu comunidad? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿A dónde? \_\_\_\_\_

¿Tiene televisión? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Televisión por antena? \_\_\_\_\_ o cable \_\_\_\_\_

¿Alguna enciclopedia? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cuál?

\_\_\_\_\_  
Mencione cinco de sus programas favoritos \_\_\_\_\_

1.- Mencione cinco animales que le gusten \_\_\_\_\_

2.- Mencione cinco animales que no le gusten \_\_\_\_\_

3.- Mencione cinco animales que vivan en cuevas \_\_\_\_\_

4.- Mencione cinco tipos de murciélagos \_\_\_\_\_

**En la siguiente pregunta defina qué es un murciélago.**

**Ejemplo. Un refrigerador es un aparato eléctrico que enfría las cosas y es grande.**

**Un carro es un transporte que usa llantas y es rápido.**

5.- Un murciélago es un \_\_\_\_\_ que \_\_\_\_\_ y es \_\_\_\_\_.

6.- ¿Qué comen los murciélagos? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7.- ¿Qué animales se comen a los murciélagos? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8.- ¿Dónde viven los murciélagos? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

9.- ¿Conoce usted alguna historia que involucre a los murciélagos?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10.- Mencione tres cosas buenas de los murciélagos  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

11.- Mencione tres cosas malas de los murciélagos  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

En las siguientes preguntas, subraye la opción que crea que es la mejor:

12.- ¿Por qué algunas personas matan a los murciélagos?  
\* porque no los conocen  
\* porque no les gustan  
\* porque chupan sangre  
\* porque son malos  
\* porque son feos  
\* porque transmiten enfermedades  
Otra causa que  
conozca \_\_\_\_\_

13.- ¿Las personas que matan murciélagos en su comunidad cómo lo hacen?  
\* con algún tipo de veneno  
\* quemando el lugar en donde habitan  
\* dinamitando las cuevas  
\* primero los atrapan y después los matan  
\* con piedras  
\* con una resortera  
\* con algún tipo de arma ¿cuál?  
\_\_\_\_\_ \*¿Que otro método  
conoce? \_\_\_\_\_

14.- ¿Qué hace cuando ve a un murciélago?

## ANEXO 2

**Reporte de las especies de murciélagos pertenecientes al Jardín Botánico Xoyoquila (JBX), Hueytamalco, Puebla, México. Se indican la familia, el nombre común y sus estatus de conservación**

FAMILIA	SUBFAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	AUTOR, AÑO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	IUNC	CITES
Phyllostomidae	Sternodermatinae	<i>Sturnira</i>	<i>S. liliium</i>	É. Geoffroy, 1810	Murciélago de charreteras menor		LC	
			<i>S. ludovici</i>	É. Geoffroy, 1810	Murciélago de charreteras mayor		LC	
		<i>Centurio</i>	<i>C. senex</i>	Gray, 1842	Murciélago de cara arrugada		LC	
		<i>Artibeus</i>	<i>A. lituratus</i>	Olfers, 1818	Murciélago frugívoro gigante		LC	
			<i>A. jamaicensis</i>	Leach, 1821	Murciélago frutero		LC	
		<i>Platyrrhinus</i>	<i>P. helleri</i>	Peters, 1866	Murciélago listado de Heller		LC	
		<i>Enchisthenes</i>	<i>E. hartii</i>	Thomas, 1892	Murciélago frutero menor	Pr	LC	
	<i>Chiroderma</i>	<i>C. salvini</i>	Dobson, 1878	Murciélago ojón		LC		
	Carollinae	<i>Carollia</i>	<i>C. sowelli</i>	Baker, Solari & Hoffmann, 2002	Murciélago frugívoro de cola corta		LC	
			<i>C. perspicillata</i>	Linnaeus, 1758	Murciélago frutero común		LC	
	Glossophaginae	<i>Glossophaga</i>	<i>G. soricina</i>	Pallas, 1766	Murciélago lengüetón		LC	
		<i>Leptonycteris</i>	<i>L. yerbabuena</i>	Martínez & Villa-R, 1940	Murciélago magueyero menor	Pr	NT	
	Desmodontinae	<i>Desmodus</i>	<i>D. rotundus</i>	É. Geoffroy, 1810	Murciélago vampiro		LC	
		<i>Diphylla</i>	<i>D. ecaudata</i>	Spix, 1823	Murciégalo vampiro de patas peludas		LC	
		<i>Dermanura</i>	<i>D. tolteca</i>	Saussure, 1860	Murciélago frutero tolteca		LC	
			<i>D. azteca</i>	K. Andersen, 1906	Murciélago frutero azteca		LC	
			<i>N. estramineus</i>	Gray, 1838	Murciélago mexicano oreja de embudo		LC	
	Natalidae	<i>Natalus</i>	<i>N. lanatus</i>	Tejedor, 2005	Murciélago bicolor		LC	
			<i>Pteronotus</i>	<i>P. parnelli</i>	Gray, 1843	Murciélagos bigotudos de Parnelli		LC
Mormoopidae	<i>Mormoops</i>	<i>M. megallophyla</i>	Peters, 1864	Murciélago barba arrugada norteño		LC		
		<i>Tadarida</i>	<i>T. brasiliensis</i>	I. Geoffroy, 1824	Murciélago cola suelta brasileño		LC	
Molossidae	<i>Lasiurus</i>	<i>L. ega</i>	Gervais, 1856	Murciélago cola peluda amarillo		LC		

Pr = Protección especial; NT = Casi amenazada; LC = Preocupación menor

### ANEXO 3

#### Lista anotada de especies reportadas para el Jardín Botánico Xoyoquila (JBX), Hueytamalco, Puebla, México.

##### FAMILIA MORMOOPIDAE

Es una familia poco diversa de murciélagos, contando con dos géneros y ocho especies; su distribución es restringida a regiones áridas y tropicales desde el Sur de Estados Unidos a Brasil. En México se encuentran los dos géneros, *Mormoops* con una y *Pteronotus* con cuatro especies. Estos murciélagos carecen de una hoja nasal bien desarrollada, pero tienen una pequeña protuberancia en la nariz más o menos en la posición de esa estructura. Tiene una franja de pelos rígidos en sus hocicos, lo que les da el nombre de “murciélagos bigotudos”; sus labios son grandes, y ornamentados (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).



Nombre científico:

***Mormoops megalophylla*** (Peters, 1864)

Nombre común:

**Murciélago barba arrugada norteño**

Gremio trófico:

**Insectívoro aéreo**

Descripción: Es un murciélago de tamaño mediano, el rostro presenta pliegues de piel complejos, en la zona de la barbilla tiene dos repisas cóncavas grandes conectadas a una serie de pliegues abajo y a los lados de la barbilla y una ornamentación compleja en el labio superior, con pliegues intrincados y tubérculos verrucosos. Las orejas son cortas y redondeadas conectadas por un pliegue grande en la frente; los ojos son de tamaño mediano, rodeados por el túnel que forman las orejas, que son muy abiertas. El pelaje es suave, largo y laxo, de color variable entre café chocolate o rojizo hasta gris. El uropatagio es más largo que las piernas, con la cola incluida en el mismo (Ceballos *et al.*, 2005; Myers *et al.*, 2017; Naturalista, 2017).

Distribución: Desde el Sur de Texas hasta Venezuela y Perú. Ha colonizado las islas del Caribe.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:  
***Pteronotus parnellii*** (Gray, 1843)  
Nombre común:  
**Murciélago bigotudo de Parnelli**  
Gremio trófico:  
**Insectívoro aéreo**

Descripción: Murciélago de tamaño mediano. El labio inferior está provisto de una serie de papilas y verrugas pequeñas en el borde inferior y pelos táctiles a los lados. Las orejas son grandes y lanceoladas. Un tercio de la cola está incluida en el uropatagio, el cual es amplio y se encuentra desnudo. Tiene dos fases de coloración: gris claro y pardo (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: En México se distribuye en toda la región neotropical desde Sonora en la vertiente del Pacífico y Tamaulipas en la vertiente del Golfo hasta la Península de Yucatán y Chiapas. Su distribución llega hasta el norte de Argentina y Paraguay.

Estado de conservación: **IUNC: LC**

#### **FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE**

Esta es una de las familias morfológicamente más diversas, cuenta con al menos 160 especies, divididas en siete subfamilias con más de 55 géneros. Comúnmente conocidos como murciélagos con hoja nasal del Nuevo Mundo, esta familia se adapta a una amplia gama de entornos y dietas. Los miembros de esta familia se encuentran hasta el sur de Argentina y el norte hasta el suroeste de los Estados Unidos, que abarca diversos hábitats, incluyendo bosques, desiertos y cuevas (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).



Nombre científico:  
***Desmodus rotundus*** (E. Geoffroy, 1810)  
Nombre común:  
**Murciélago vampiro**  
Gremio trófico:  
**Hematófago**

Descripción: Murciélago de tamaño mediano; el pelaje es denso y corto, con una coloración dorsal grisácea oscura que puede variar de rojiza hasta dorada y la parte ventral más clara; las orejas son pequeñas, puntiagudas y separadas. El hocico es compacto y se ve hinchado con incisivos superiores grandes y filosos, hay dos ranuras laterales en la lengua que se expanden y se contraen cuando se alimenta. El

pulgar está bastante bien desarrollado y presenta tres cojinetes bien marcados. El uropatagio es reducido, con pelos cortos y escasos y carece de cola (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Habita desde el norte de Tamaulipas y Sonora hasta Argentina.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:

***Diphylla ecaudata*** (Spix, 1823)

Nombre común:

**Murciélago vampiro de patas peludas**

Gremio trófico:

**Hematófago**

Descripción: Murciélago de tamaño mediano, el pelaje es moreno con base clara y más largo y sedoso que las otras dos especies de hematófagos. Sus orejas son orejas cortas y redondas, el pulgar más corto con cojinetes no muy aparentes y ojos muy grandes y redondos. El calcáneo es corto y patas con abundante pelo que llegan hasta la base de las uñas (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Desde el sur de Texas, en Estados Unidos, por la vertiente del Golfo de México hasta el sureste del País incluyendo la Península de Yucatán y llega hasta América central y Sudamérica.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:

***Glossophaga soricina*** (Pallas, 1766)

Nombre común:

**Murciélago lengüetón**

Gremio trófico:

**Nectarívoro**

Descripción: Murciélagos generalistas, sin embargo, se inclinan a alimentarse de néctar y polen. Su tamaño es mediano dentro de los murciélagos de su género; el color del dorso varía de café oscuro a café claro-rojizo; de orejas pequeñas y redondeadas. Presentan un hocico alargado provisto de una hoja nasal, con una lengua tubular protractil muy larga y provista en la superficie dorsal de papilas filiformes, los dientes incisivos están bien desarrollados, siendo los inferiores relativamente más largos que los superiores (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Se distribuyen desde México hasta Sudamérica, por lo que se considera como una especie típica tropical. En México su distribución comprende prácticamente la totalidad de la región neotropical.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:

***Leptonycteris yerbabuenae*** (Martínez & Villa-R, 1940)

Nombre común:

**Murciélago magueyero menor**

Gremio trófico:

**Nectarívoro**

Descripción: Murciélago con el dorso color gris amarillo-marrón o canela, presenta un hocico alargado provisto de una hoja nasal pequeña, su lengua es muy larga, aproximadamente de la misma longitud que el cuerpo (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Las regiones áridas y semiáridas de México y el suroeste de los Estados Unidos, incluyendo el desierto de Sonora.

Estado de conservación: **NOM059: Pr** **IUNC: LC**



Nombre científico:

***Artibeus jamaicensis*** (Leach 1821)

Nombre común:

**Murciélago frutero**

Gremio trófico:

**Frugívoro especialista en *Ficus***

Descripción: Murciélago de tamaño grande. Están provistas de una hoja nasal erecta de 4 a 6 mm de largo y una serie de verrugas de en forma de “v” en el labio inferior. Carece de cola y el uropatagio se encuentra escotado. El pelaje es de color pardo oscuro, denso, pero no muy largo; presenta dos líneas faciales tenues de color blanco en el rostro. El pelo es escaso en las patas, uropatagio y antebrazos (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Se distribuye en las regiones tropicales desde la vertiente costa de los estados de Sinaloa y Tamaulipas en México, hasta el norte de Bolivia y Argentina.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:

***Artibeus lituratus*** (Olfers, 1818)

Nombre común:

**Murciélago frutero gigante**

Gremio trófico:

**Frugívoro especialista en *Ficus***

Descripción: Murciélago más grande que el género *Artibeus*. Presenta una hoja nasal erecta bien desarrollada y carece de cola.

El color del pelaje es pardo oscuro. Los miembros inferiores son de color café con escaso pelo; el uropatagio tiene más pelo. Las marcas faciales son de color blanco bien definidas, extendiéndose desde la hoja nasal hacia la parte superior de la cabeza dentro del límite de las orejas (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Desde el Istmo de Tehuantepec hasta el norte de Argentina, Bolivia y Paraguay.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:

***Carollia perspicillata*** (Linnaeus, 1758)

Nombre común:

**Murciélago frutero común**

Gremio trófico:

**Frugívoro especialista en *Piper* y *Cecropia***

Descripción: Murciélago de aspecto robusto y de tamaño pequeño. Es la más grande de las tres especies del género en México, con un antebrazo mayor a 41 mm. El color del pelo varía de moreno a grisáceo a moreno canela. Hay tres bandas de color en el pelo, la base y la punta son oscuras y la parte media es más pálida. La membrana interfemorales desnuda y la cola está integrada a esta membrana. El rostro es corto y la hoja nasal es pequeña y triangular (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: En México se distribuye en regiones tropicales del este de Tamaulipas y Oaxaca hasta la península de Yucatán. En Centro y Sudamérica se le encuentra hasta el sur de Bolivia, Brasil y Paraguay.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:

***Carollia sowelli*** (Baker, Solari & Hoffmann, 2002)

Nombre común:

**Murciélago frugívoro de cola corta**

Gremio trófico:

**Frugívoro especialista en *Piper* y *Cecropia***

Descripción: Murciélago de tamaño pequeño, es de tamaño intermedio entre *C. perspicillata* y *C. subrufa*. El antebrazo tiene pelo, pero en menor cantidad que *C. perspicillata* y es menor de 41 mm; el pelo del resto del cuerpo es largo, denso y suave, el color varía de pardo canela, gris oscuro a moreno grisáceo. Tiene cuatro bandas de color en el pelo de la región dorsal, la banda de la base y la subterminal son oscuras, la segunda banda y la punta son claras (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Se distribuye en México por la vertiente del Golfo desde el norte de Veracruz y por el Pacífico en los estados de Chiapas y Oaxaca.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:

***Centurio senex*** (Gray, 1842)

Nombre común:

**Murciélago de cara arrugada**

Gremio trófico:

**Frugívoro especialista en desechos**

Descripción: Es un murciélago de tamaño relativamente pequeño. El rostro no tiene hoja nasal con los ojos muy redondos y grandes, la mandíbula proyectada hacia el adelante (prognatismo muy evidente) y pliegues prominentes. Las orejas son cortas con dos lóbulos que son parte del trago. El color del pelo es variable, aunque en general es café claro con el vientre pálido. En cada hombro tiene un manchón de pelo blanco. La piel debajo del cuello es muy laxa y la utiliza para cubrir el rostro cuando descansa. Las membranas alares poseen bandas transversales muy evidentes que no se presenta en ninguna otra especie de murciélago (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Se le encuentra en las regiones tropicales de Sinaloa y Tamaulipas, incluyendo la península de Yucatán, hasta el oeste de Venezuela.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:

***Chiroderma salvini*** (Dobson, 1878)

Nombre común:

**Murciélago ojón**

Gremio trófico:

**Frugívoro generalista**

Descripción: Es un murciélago de tamaño mediano. La coloración del cuerpo es café y presenta cuatro líneas faciales de color

blanco claramente marcadas, dos se extienden desde la base posterior de la hoja nasal hasta la coronilla y las otras desde la base del labio superior hasta la base de las orejas. Presenta una banda de color claro en el dorso, desde los hombros hasta la membrana interfemoralel. El rostro es relativamente corto, con las orejas redondeadas y el margen y trago amarillentos. La hoja nasal y la membrana interfemoralel está bien desarrollada; carece de huesos nasales y cola (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Se distribuye desde el sur de Chihuahua y el centro-oeste de la República Mexicana hasta el norte de Sudamérica.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:

***Dermanura azteca*** (K. Andersen, 1906)

Nombre común:

**Murciélago frutero azteca**

Gremio ecológico:

**Frugívoro especialista en *Ficus***

Descripción: Es una de las especies más grandes del género *Dermanura*. Tiene el rostro corto y la hoja nasal bien desarrollada. Carece de cola y su membrana interfemoralel es angosta y cubierta de pelo. Su pelaje varía en el dorso, de moreno oscuro a moreno claro (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Se conoce en tres áreas aisladas, dos de ellas en México. La primera incluye las zonas montañosas que rodean el Altiplano Mexicano y continua por las tierras altas del Eje Volcánico Transversal hasta la Sierra Madre del Sur en Oaxaca. La otra abarca las regiones montañosas de Chiapas hasta Honduras y la tercera comprende las sierras desde Costa Rica hasta el oeste de Panamá.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:

***Dermanura tolteca*** (Saussure, 1860)

Nombre común:

**Murciélago frutero tolteca**

Gremio Trófico:

**Frugívoro especialista en *Ficus***

Descripción: Es una de las especies más pequeñas del género. El pelaje es gris oscuro, con líneas blancas supraorbitales tenues o ausentes. La membrana interfemorales es profundamente escotada y con pelo alrededor del uropatagio. El antebrazo es más pequeño que *D. azteca* (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Se distribuye a lo largo de a las planicies costeras del Golfo y Pacífico desde la parte sur de Nuevo León y el norte de Sinaloa hasta Colombia y el noroeste de Ecuador.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:

***Enchisthenes hartii*** (Peters, 1866)

Nombre común:

**Murciélago frutero menor**

Gremio trófico:

**Frugívoro generalista**

Descripción: Es un murciélago de tamaño mediano. El tercer molar superior está bien desarrollado. El pelo es casi negro, lo que lo distingue de otras especies del género. Tiene un par de líneas más claras que se extienden desde la base de la hoja nasal hasta la base interna de las orejas y otro par de la comisura de la boca a la base externa de las orejas. Carece de cola (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Se distribuye en las tierras altas de las vertientes costeras de la República Mexicana, desde Jalisco en el centro y Tamaulipas en el noroeste hacia el sur hasta Chiapas.

Estado de conservación: **NOM059: PR**

**IUNC: LC**



Nombre científico:

***Platyrrhinus helleri*** (Peters, 1866)

Nombre común:

**Murciélago listado de Heller**

Gremio trófico:

**Frugívoro especialista en *Ficus***

Descripción: Murciélago de tamaño mediano. El color del pelaje del dorso varía de ante oscuro a moreno intenso, con el vientre más pálido. Presenta dos pares de líneas blancas en el rostro y una línea blanca que va desde la cabeza hasta la mitad de la espalda y la membrana interfemoral escotada y cubierta de pelo, en el borde con un fleco de pelos más claros. El antebrazo tiene tres cuartas partes cubiertas de pelo (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Su distribución se extiende en la región tropical del este y sureste de México excluyendo la parte norte de la Península de Yucatán, hasta el centro de Bolivia y Brasil.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:

***Sturnira lilium*** (É. Geoffroy, 1810)

Nombre común:

**Murciélago de charreteras menor**

Gremio trófico:

**Frugívoro generalista**

Descripción: Es un murciélago de tamaño mediano. Se caracteriza por tener la membrana interfemoral reducida o vestigial y sin cola, esta región se encuentra cubierta de pelo que llega hasta las patas. El calcáreo está muy reducido o ausente. El pelo es abundante y denso por todo el cuerpo y el color varía de gris oscuro a rojizo oscuro. La cabeza, el cuello y los hombros son más amarillentos y el vientre es más pálido; presenta unas manchas amarillas o rojizas sobre los hombros con el aspecto de charreteras. El antebrazo mide de 37 a 45 mm, la última falange del tercer dedo es mayor a 15 mm y los incisivos inferiores son trilobulados (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: En México se distribuye en toda la región neotropical desde Sonora en la vertiente del Pacífico y Tamaulipas en la vertiente del Golfo hasta la Península de Yucatán y Chiapas.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:  
***Sturnira ludovici*** (É. Geoffroy, 1810)  
Nombre común:  
**Murciélago de charreteras mayor**  
Gremio trófico:  
**Frugívoro generalista**

Descripción: Es semejante a *S. liliium*, pero de mayor tamaño. El uropatagio es vestigial o se encuentra muy reducido, con pelaje muy denso y carece de cola. La coloración del pelo es moreno oscuro con gris y el vientre más claro. Presenta manchas de color ocre sobre los hombros. La última falange del tercer dedo es menor a 15 mm, el antebrazo es mayor de 42 mm y los incisivos inferiores son bilobulados (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Se distribuye por la Vertiente del Atlántico desde el sur de Tamaulipas y por la vertiente del Pacífico desde el sur de Sinaloa, hasta Venezuela, Guyana y Ecuador.

Estado de conservación: **IUNC: LC**

#### **FAMILIA NATALIDAE**

Es una familia poco diversa, representada únicamente por un género y cinco especies. Los murciélagos pertenecientes a esta familia son pequeños y con patas relativamente largas. Las orejas son grandes y en forma de embudo con el trago corto. Estos murciélagos carecen de hoja nasal y los machos adultos tienen una estructura en la cara o boca llamada el órgano natalido, que se compone de células que pueden ser sensoriales o secretoras, aunque la función exacta es desconocida. Poseen un uropatagio bien desarrollado que encierra la cola.



Nombre científico:  
***Natalus stramineus*** (Gray, 1838)  
Nombre común:  
**Murciélago mexicano oreja de embudo**  
Gremio ecológico:  
**Insectívoro aéreo**

Descripción: Es un murciélago pequeño que tiene una estructura muy frágil. Las orejas tienen forma de embudo y son relativamente largas con el trago grueso. Las piernas son largas y delgadas. La cola se encuentra totalmente integrada en la membrana interfemorale y es más larga que la longitud del cuerpo y la cabeza. La tercera falange del tercer dedo es cartilaginosa aún en los adultos (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Esta especie está ampliamente distribuida en América, desde el norte de México hasta Brasil. En México se localiza en la vertiente del Pacífico desde el Oeste de Sonora incluyendo la punta sur de Baja California Sur hasta Chiapas y en la vertiente del Golfo desde el centro de Nuevo León hasta la Península de Yucatán.

Estado de conservación: **IUNC: LC**



Nombre científico:  
***Natalus lanatus*** (Tejedor, 2005)  
Nombre común:  
**Murciélago bicolor**  
Gremio trófico:  
**Insectívoro aéreo**

Descripción: Murciélago muy parecido a *N. stramineus*, pero el pelaje en el vientre de es bicolor, con la base oscura y la punta más clara y la longitud de la tibia es menor a 19 mm (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Se distribuye en cadenas montañosas entre los 1.000 y 1.600 metros, de México, recientemente, se encontraron ejemplares en Monteverde y en Orosi, Costa Rica.

Estado de conservación: **IUNC: LC**

#### **FAMILIA VESPERTINIOLIDAE**

Esta familia de murciélagos es la más diversa del mundo, contando con 35 géneros y alrededor de 318 especies, en México registrándose 44 especies de siete géneros. La familia posee una gran diversidad morfológica, sin embargo, se caracterizan por un rostro simple, carente de una hoja nasal verdadera, los ojos son pequeños y generalmente ocultos por la piel. La mayoría tienen una coloración gris, por lo general negro, marrón o gris, con una parte inferior más pálida, con cola visible hasta el borde del uropatagio (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).



Nombre científico:  
***Lasiurus ega*** (Gervais, 1856)  
Nombre común:  
**Murciélago cola peluda amarillo**  
Gremio trófico:  
**Insectívoro aéreo**

Descripción: Es un murciélago de tamaño mediano. Se caracteriza por la membrana interfemorales que se encuentra cubierta en el dorso por un denso pelaje. Las orejas son cortas, redondeadas y anchas.

La cola es larga y está completamente incluida en el uropatagio. El calcáneo es largo y no está quillado. La coloración es amarilla con la base de los pelos oscura; ventralmente es más clara (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Se distribuye desde el sur de California, Arizona, Nuevo León y Texas en los Estados Unidos, por el este y centro-sur de México hasta Sudamérica

Estado de conservación: **IUNC: LC**

#### **FAMILIA MOLOSSIDAE**

Esta es una familia relativamente diversa, de la que se conocen alrededor de 12 géneros y 80 especies, en México se ha registrado 19 especies de 6 géneros. Son murciélagos conocidos como murciélagos de cola libre, porque su cola ósea se extiende más allá del uropatagio. Usualmente se arrastran hacia atrás cuando están en el suelo, usando su cola como una especie de "palpador". Sus bocas son generalmente cortas y anchas, y tienen a menudo, los labios carnosos de ancho que pueden tener pliegues o arrugas. La mayoría de especies son de color negro o marrón, y muchas especies tienen rojizo distintivo y fases de color marrón o negruzco (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017; Naturalista, 2017).



Nombre científico:

***Tadarida brasiliensis*** (L. Geoffroy, 1824)

Nombre común:

**Murciélago cola suelta brasileño**

Gremio trófico:

**Insectívoro aéreo**

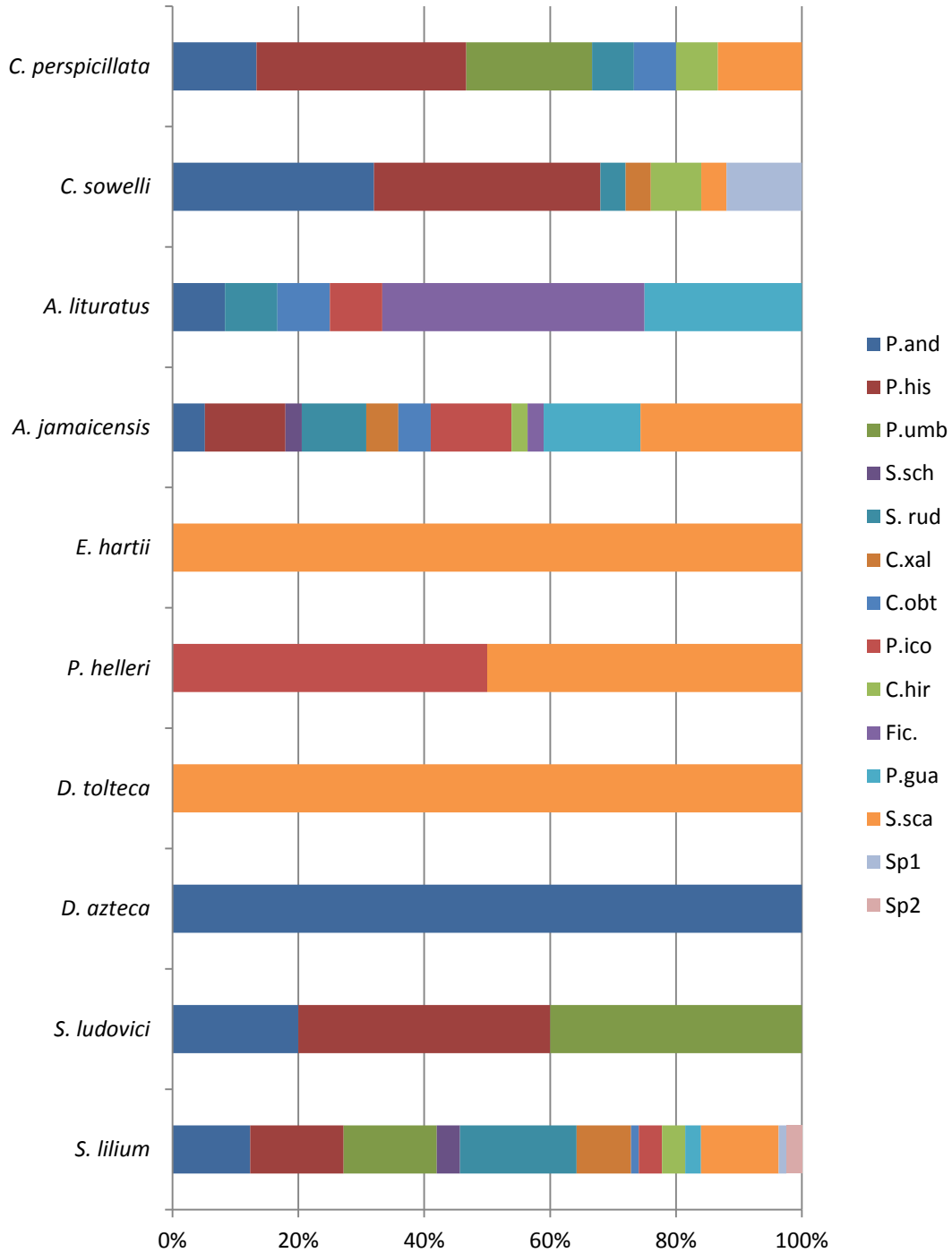
Descripción: Murciélago de tamaño pequeño dentro de la familia. La cola posee un extremo libre que sobresale del borde del uropatagio. Las orejas son redondeadas y largas, pero no se extienden más allá del hocico. El pelaje dorsal es relativamente corto, de color café y sin bandas notorias, aunque las bases de los pelos suelen ser más claras que las puntas. Presenta una glándula gular, más desarrollada en los machos maduros. Presenta un olor almizclado característico. El labio superior está marcado por una serie de profundos surcos o arrugas (Ceballos *et al.*, 2005, Myers *et al.*, 2017, Naturalista, 2017).

Distribución: Abarca desde los 40° de latitud norte en el centro de los Estados Unidos hasta los 40° de latitud sur en Chile y Argentina. En México se encuentra en todo el país, excepto las tierras bajas del sureste y en la península de Yucatán

Estado de conservación: **IUNC: LC**

## ANEXO 4

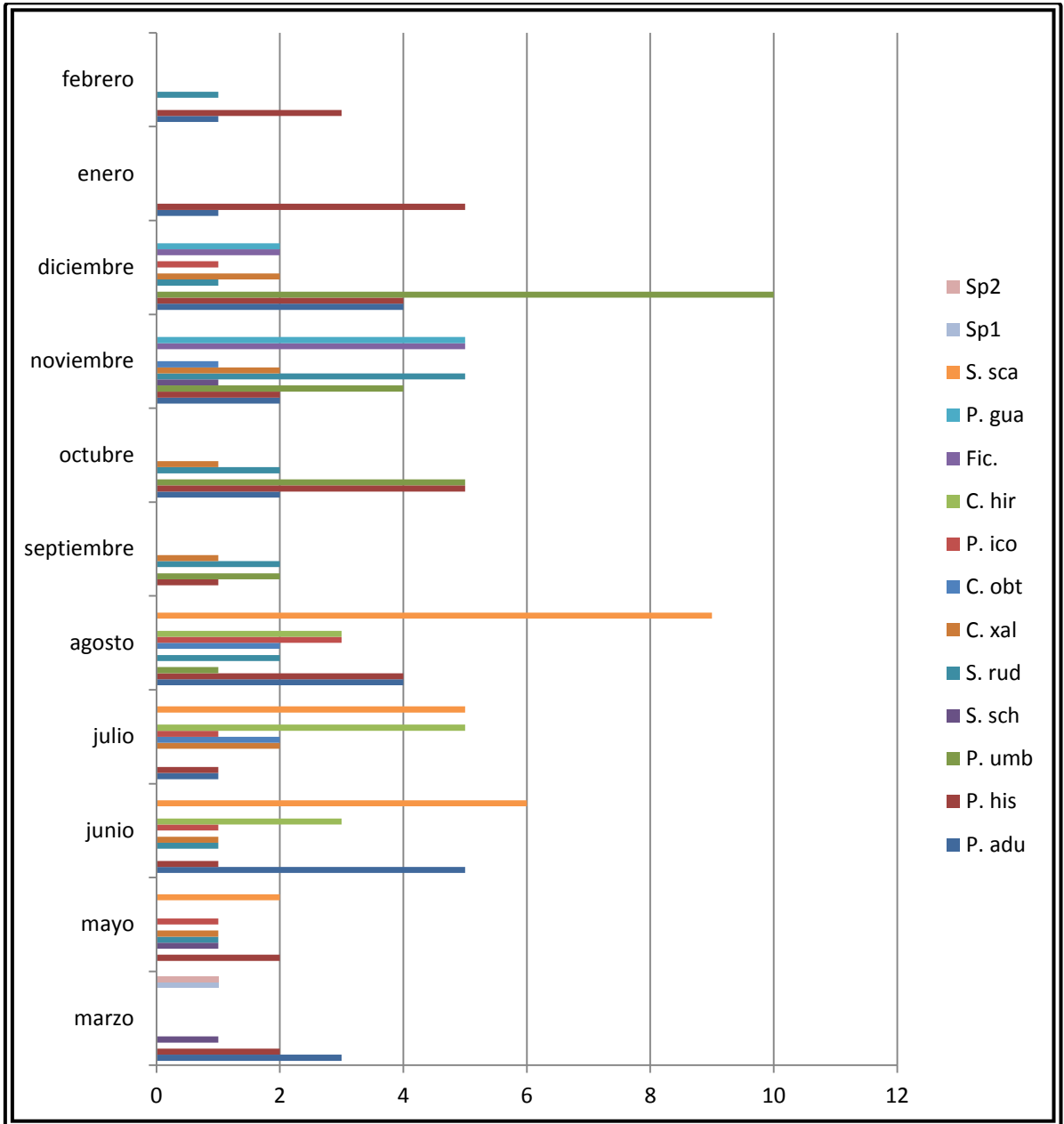
### Especies vegetales consumidas (%) por los murciélagos frugívoros reportados para el Jardín Botánico Xoyoquila (JBX), Hueytamalco, Puebla, México.



S.sca= *Saurauia scabrida*, P.gua= *Psidium guajava*, Fic.= *Ficus sp.*, C.hir= *Clidemia hirta*, P.ico= *Phytolacca icosandra*, C.obt= *Cecropia obtusifolia*, C.xal= *Conostegia xalapensis*, S.rud= *Solanum rudepannum*, S.sch= *Solanum schlechtendalium*, P.umb= *Piper umbellatum*, P.his= *Piper hispidum*, P.and= *Piper aduncum*.

## ANEXO 5

**Especies vegetales identificadas y cantidad de excretas que posee cada una de ella, de acuerdo a los meses de muestreo en la comunidad de Xoyoquila, Hueytamalco, Puebla, México.**



S. sca= *Saurauia scabrida*, P. gua= *Psidium guajava*, Fic.= *Ficus sp.*, C. hir= *Clidemia hirta*, P. ico= *Phytolacca icosandra*, C. obt= *Cecropia obtusifolia*, C. xal= *Conostegia xalapensis*, S. rud= *Solanum rudepannum*, S. sch= *Solanum schlechtendalianum*, P. umb= *Piper umbellatum*, P. his= *Piper hispidum*, P. adu= *Piper aduncum*.