



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

ANÁLISIS DE LA DIETA DE LOS MURCIÉLAGOS  
INSECTÍVOROS DEL PARQUE NACIONAL GRUTAS  
DE CACAHUAMILPA, GUERRERO, MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A  
P R E S E N T A:

LUZ MARÍA SIL BERRA



DIRECTOR DE TESIS:  
DR. CORNELIO SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



FACULTAD DE CIENCIAS  
Secretaría General  
División de Estudios Profesionales

Votos Aprobatorios

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ  
Jefe de la División de Estudios Profesionales  
Facultad de Ciencias  
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

**Análisis de la dieta de los murciélagos insectívoros del Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa,  
Guerrero, México**

realizado por **Sil Berra Luz María** con número de cuenta 3-0216726-7 quien ha decidido titularse mediante la opción de tesis en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario	Dra. María de Lourdes Romero Almaraz	
Propietario	M. en C. Arturo García Gómez	
Propietario	Dr. Cornelio Sánchez Hernández	
Tutor		
Suplente	M. en C. Iván Israel Castellanos Vargas	
Suplente	M. en C. José Alberto Almazán Catalán	

Atentamente,

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU "

Ciudad Universitaria, D. F., a 29 de julio de 2010

EL COORDINADOR DEL COMITÉ ACADÉMICO DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

DR. PEDRO GARCÍA BARRERA

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA  
DE BIOLOGÍA

Señor snodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

1. Datos del alumno  
Sil  
Berra  
Luz María  
04455 1373 3893  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
302167267
2. Datos del tutor  
Dr.  
Cornelio  
Sánchez  
Hernández
3. Datos del sinodal 1  
Dra.  
María de Lourdes  
Romero  
Almaraz
4. Datos del sinodal 2  
M. en C.  
Arturo  
García  
Gómez
5. Datos del sinodal 3  
M. en C.  
Iván Israel  
Castellanos  
Vargas
6. Datos del sinodal 4  
M. en C.  
José Alberto  
Almazán  
Catalán
7. Datos del trabajo escrito  
Análisis de la dieta de los murciélagos insectívoros del Parque Nacional Grutas de  
Cacahuamilpa, Guerrero, México.  
86 p.  
2010

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a los doctores Cornelio Sánchez Hernández y María de Lourdes Romero Almaraz por el gran apoyo que me han brindado, por las facilidades, las correcciones y las sugerencias para la realización de esta tesis, así como por el interés y apoyo en mi vida personal.

Gracias a todos los que contribuyeron desde el inicio y hasta el fin de la obtención de resultados para este proyecto: a mis compañeras del taller, a los trabajadores del PNGC y a Arturo García por su ayuda en la identificación de insectos.

Quiero también, agradecer a mis padres por el apoyo que me ofrecieron durante 23 años, por cada día y no solamente en el ámbito académico sino también en el emocional y espiritual, gracias por haberme enseñado a amar la vida.

Gracias a mi chico, Jairo, por ser una persona maravillosa a la que espero seguir conociendo cada día de mi vida, gracias por motivarme a seguir adelante; gracias por tu apoyo, tanto académico como emocional, te amo.

Gracias a mis hermanas, Merceditas y Sabi, por hacerme reír mucho incluso cuando estaba concentrada realizando esta tesis; y a cada uno de mis parientes que en algún momento se interesaron por mi vida académica, especialmente a mi abue Leonor, mi tía Lupe y Violeta.

Gracias a mi suegra, Bertha Carlin por el apoyo que nos ha brindado a Jairo y a mí, y sin el cual, en estas circunstancias, no habríamos logrado concluir nuestra carrera.

CONTENIDO	Página
Resumen	1
1. Introducción	3
1.1. Generalidades del orden Chiroptera	3
1.2. Adaptaciones generales de los murciélagos insectívoros	5
Ecolocación	5
Dientes y mandíbula	7
Aparato digestivo	7
1.3. Fuentes de variación en la dieta	8
Condiciones ambientales	8
Edad	10
Sexo	11
Condición reproductiva	11
Morfología	12
Conducta	14
1.4. Importancia de los murciélagos insectívoros en las comunidades	15
1.5. Métodos de estudio para conocer la dieta de los murciélagos insectívoros	16
2. Antecedentes	18
3. Objetivos e hipótesis	20
3.1. Objetivo general	20
3.2. Objetivos particulares	20
3.3. Hipótesis	20
4. Área de estudio	22
4.1. Ubicación	22
4.2. Geología y fisiografía	22
4.3. Hidrología	23
4.4. Clima y vegetación	24
4.5. Fauna	24
5. Material y método	26
5.1. Trabajo de campo	26
Captura de los murciélagos	26
Captura de los insectos	27
5.2. Trabajo de gabinete	28
Identificación de los insectos capturados	28
Determinación de la dieta	28
Procesamiento de los datos	29
6. Resultados	31
6.1. Diversidad de los murciélagos insectívoros en el PNGC	31
6.2. Abundancia de los insectos en las trampas de luz	33

6.3. Composición de la dieta de los murciélagos insectívoros del PNGC	35
<i>Balantiopteryx plicata</i>	39
<i>Mormoops megalophylla</i>	48
<i>Pteronotus parnellii</i>	52
<i>Pteronotus personatus</i>	58
<i>Pteronotus davyi</i>	61
<i>Macrotus waterhousii</i>	61
<i>Molossus rufus</i>	62
<i>Myotis velifer</i>	62
<i>Rhogeessa parvula</i>	63
7. Discusión	64
7.1. Comunidad de murciélagos insectívoros del PNGC	64
7.2. Dieta de las especies de murciélagos insectívoros en el PNGC	66
7.3. Influencia de la condición reproductiva en la dieta	71
8. Conclusiones	75
Literatura citada	77

Sil-Berra, L. M. 2010. Análisis de la dieta de los murciélagos insectívoros del Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, D. F. 86 pp.

## RESUMEN

Se aporta información sobre la diversidad de especies de murciélagos insectívoros que se distribuyen en el Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa y sobre las variaciones de su dieta, debido a factores extrínsecos como la estación del año y la disponibilidad de presas, y a factores intrínsecos como la edad, el sexo y la condición reproductiva de cada especie. Se realizaron cuatro periodos de muestreo de dos noches cada uno, en febrero, mayo, agosto y noviembre de 2008. Los murciélagos se capturaron con redes de niebla que se colocaron a la entrada de algunos refugios o sobre el cauce de ríos y entre la vegetación. De los especímenes capturados se registró la hora y localidad de captura, algunas medidas somáticas para la identificación de las especies, la edad, sexo, condición reproductiva y además se recolectaron sus heces. De cada especie se seleccionaron algunos individuos de los que se obtuvo su contenido estomacal e intestinal. Como resultado, se capturaron 112 murciélagos insectívoros pertenecientes a 5 familias, 7 géneros y 9 especies. Asimismo, se capturaron 801 insectos nocturnos mediante trampas de luz pertenecientes a 13 órdenes, de los cuales el más abundante en tres capturas fue Diptera.

Estos murciélagos consumieron once órdenes de insectos, de los cuales los de mayor proporción en volumen fueron Lepidoptera (27.6%), Coleoptera (20.3%), Hemiptera (12.0%) y Homoptera (8.8%). Se encontró que *Balantiopteryx plicata* consumió principalmente coleópteros, homópteros e himenópteros; *Mormoops megalophylla*, lepidópteros; *Pteronotus parnellii*, lepidópteros, coleópteros y hemípteros; *Pteronotus personatus*, efemerópteros,



tricópteros y coleópteros; *Macrotus waterhousii* y *Molossus rufus*, prefirieron ortópteros, lepidópteros y hemípteros, además *M. waterhousii* consumió también frutos; *Myotis velifer* se alimentó de tricópteros, hemípteros y coleópteros; y *Pteronotus davyi* y *Rhogeessa parvula* de coleópteros, principalmente. Las hembras preñadas y lactantes de *B. plicata* y *P. personatus* y los machos activos sexualmente de *P. personatus* y *M. waterhousii*, consumieron mayor cantidad de insectos que las hembras inactivas o los machos con testículos inguinales y abdominales. Por otra parte, en la estación seca *B. plicata*, *M. megalophylla* y *P. parnellii* consumieron un mayor número de órdenes de insectos que en la estación húmeda. Mientras que *M. waterhousii* se capturó sólo en la estación seca al igual que los ortópteros, sus presas principales; y *M. velifer* fue abundante en la estación húmeda cuando se registró mayor abundancia de insectos en las trampas de luz.

Los resultados obtenidos de la dieta de cada una de las especies de murciélagos estudiadas, indican que existe una distribución de los recursos alimentarios. Este aprovechamiento diferencial de los recursos del ambiente, puede ser consecuencia de las diferencias morfológicas de las especies, del lugar de forrajeo y de sus requerimientos energéticos.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Generalidades del orden Chiroptera

Los miembros del orden Chiroptera son los únicos mamíferos con la capacidad de realizar vuelo verdadero. Es el segundo orden de mamíferos después de los roedores con mayor diversidad de especies en el mundo (Wilson y Reeder, 2005). Está dividido en dos subórdenes: Megachiroptera y Microchiroptera; los primeros poseen una sola familia, Pteropodidae, y 188 especies, son conocidos comúnmente como zorros voladores, se distribuyen en las regiones tropicales de Oceanía, Asia y África, se orientan por medio de la visión y el olfato, generalmente son de tamaño grande (20 a 1500 g) y se alimentan de frutos, néctar y polen. Los microquirópteros agrupan a 18 familias y 917 especies, se distribuyen en todo el mundo excepto en la Antártida, todas las especies se orientan y buscan su alimento mediante la ecolocación (Kunz y Fenton, 2003) y son más pequeñas que las especies de megaquirópteros (2 a 150 g; Norberg y Rayner, 1987).

El orden Chiroptera presenta una gran variedad de hábitos alimentarios y con base en éstos se pueden agrupar en distintos gremios, el cual se define como un grupo de especies que utilizan recursos alimenticios similares (Altringham, 1996). La clasificación más común se basa en el tipo de alimento y pueden ser: insectívoros, nectarívoros, frugívoros, hematófagos y carnívoros (McNab, 1971; Wilson, 1973; Gaisler, 1979; Ferrarezzi y Gimenez, 1996). Algunos autores separan a los piscívoros de los carnívoros (Norberg y Rayner, 1987) o consideran a los omnívoros como un grupo aislado (McNab, 1971). Otra clasificación se basa en el medio en el que los quirópteros obtienen a sus presas y pueden ser forrajeadores del aire, de la vegetación o del suelo (Fenton, 1990), mientras que otra los clasifica por características de su alimento como

el nivel de dureza de sus presas, nombrándolos como durófagos y comedores de presas de cuerpo blando (Freeman, 2000).

La alimentación más común en los microquirópteros es la insectívora, que incluye aproximadamente a 70% de las especies existentes en el mundo (Norberg y Rayner, 1987). Se ha considerado que este tipo de alimentación se comparte con el ancestro común del orden Chiroptera, porque los fósiles de murciélagos pertenecientes al Eoceno (hace 53 millones de años), de los géneros *Archaeonycteris*, *Hassianycteris*, *Icaronycteris* y *Palaeochiropteryx*, tenían el cráneo robusto (Freeman, 2000), los molares de tipo dilambodonto (con cúspides en forma de w), la cóclea alargada que indica que poseían la capacidad de ecolocalizar y porque se encontraron remanentes de insectos de los órdenes Microlepidoptera, Trichoptera, Diptera y Coleoptera, fosilizados en el tracto intestinal (Jepsen, 1966; Smith y Storch, 1981; Habersetzer *et al.*, 1994; Simmons y Geisler, 1998; Gunnell y Simmons, 2005). Además, se sabe que los fósiles de hace 75 millones de años de algunos insectos como lepidópteros y mántidos tenían “oídos” y se cree que su función era escuchar los ecos de los murciélagos para llevar a cabo respuestas de escape, por lo que probablemente la ecolocalización ya se presentaba (Altringham, 1996).

Los murciélagos insectívoros pueden ser estrictos o con hábitos de insectivoría predominante (Ferrarezzi y Gimenez, 1996). Los primeros se alimentan exclusivamente de insectos, como es el caso de los géneros *Balantiopteryx* y *Molossus* (Wilson, 1973), las especies de la familia Mormoopidae (Wilson, 1973; Boada *et al.*, 2003; Corado, 2003) y la mayor parte de los Vespertilionidae (Altringham, 1996; Stoffberg y Jacobs, 2004; Rodríguez, 2006), entre otros. Los segundos se consideran omnívoros porque aunque consumen insectos en mayor cantidad pueden ingerir algunos vertebrados, néctar, polen o frutos (Humphrey *et al.*, 1983), por ejemplo, las especies del género *Micronycteris* consumen por igual frutos e insectos, las del género *Macrotus* se alimentan de insectos, pero también de algunos frutos (Wilson, 1973), la especie

*Phyllostomus hastatus* se alimenta de frutos y polen, pero también consume una gran cantidad de artrópodos, principalmente coleópteros (Aguirre *et al.*, 2003), así como vertebrados pequeños (Wilson, 1973); *Natalus stramineus* se considera insectívoro, pero consume ocasionalmente lagartijas (Ceballos y Miranda, 1986); y algunas especies del género *Myotis* que son insectívoras, llegan a alimentarse de peces (Wilson, 1973).

## 1.2. Adaptaciones generales de los murciélagos insectívoros

Los murciélagos han desarrollado diferentes adaptaciones para depredar exitosamente y aprovechar al máximo a los insectos, como son: 1) el sistema de ecolocación, que les permite atrapar a sus presas con precisión mediante el empleo de frecuencias distintas en los pulsos (Hill y Smith, 1984; Altringham, 1996); 2) el tamaño y la configuración de los músculos de la mandíbula y el cráneo, que les permite morder con fuerza para masticar y fragmentar el cuerpo de los insectos atrapados; 3) la forma de los dientes, que les permite sostener, manipular y triturar apropiadamente a sus presas; y 4) el aparato digestivo que cuenta con mecanismos de protección contra el exoesqueleto de los insectos y les permite realizar una digestión rápida (Neuweiler, 2000).

*Ecolocación.* Se define como el análisis por parte de un animal de los ecos producidos por los sonidos emitidos por él mismo, mediante el cual construye una “imagen” de su ambiente; se presenta en varios mamíferos, entre ellos los murciélagos y especialmente en los microquirópteros (Altringham, 1996). Los microquirópteros emiten el sonido en pulsos, estos se describen como: 1) de banda ancha o frecuencia modulada (FM) y 2) de banda corta o frecuencia constante (FC), aunque algunas especies utilizan combinaciones de ambas frecuencias, en función de las características del ambiente, tal es el caso de *Tadarida brasiliensis* y *T. macrotis*

que emplean el sistema de FC con o sin pulsos de FM en espacios abiertos, mientras que en espacios cerrados, emplean sólo pulsos de FC (Hill y Smith, 1984).

Los pulsos de FM son cortos, duran de 1 a 5 milisegundos (ms, Fenton, 1982) y presentan frecuencias de 60 a 30 kHz. La frecuencia de los pulsos no es constante debido a que varían de acuerdo a la distancia del murciélago a las presas. Los murciélagos que emplean este sistema (FM), al escuchar el eco del sonido emitido, pueden saber a qué distancia se encuentran sus presas, este sistema les provee más información en tercera dimensión en comparación con los pulsos de FC (Altringham, 1996). Los murciélagos de la familia Vespertilionidae (Fenton, 1982), Phyllostomidae y Megadermatidae emplean este sistema de FM (Hill y Smith, 1984).

Los pulsos de FC son más largos, tienen una duración de 10 a 50 ms (Altringham, 1996) e incluso hasta 100 ms (Fenton, 1982), raramente son pulsos puros, en general van acompañados de pulsos de FM (sistema CF/FM; Altringham, 1996). Especies de las familias Rhinopomatidae, Emballonuridae, Nycteridae y Mormoopidae presentan este patrón acústico (Hill y Smith, 1984).

El tamaño corporal influye en las frecuencias dominantes de los llamados de ecolocación. Hay una correlación negativa entre el tamaño y las frecuencias dominantes, de modo que las frecuencias son más bajas, conforme el tamaño corporal aumenta (Bogdanowicz *et al.*, 1999; Jones y Rydell, 2003). Al mismo tiempo, las presas pequeñas se detectan mejor mediante llamadas de frecuencias altas (Jones y Rydell, 2003), lo que también explica que los murciélagos más pequeños se alimenten de insectos más pequeños ya que emiten comúnmente llamadas con frecuencias altas.

*Dientes y mandíbula.* Los murciélagos insectívoros tienen en general 38 dientes. Algunos no cuentan con el primer o tercer par de incisivos superiores ni con los primeros premolares que presentaba la dentición primitiva. Los dientes caninos de algunos murciélagos han tomado una

función cortadora; los premolares y los molares se localizan hacia atrás de la mandíbula, donde los músculos de masticación pueden ejercer mayor fuerza y en general el músculo masetero, que se usa para masticar, es más pequeño que el músculo temporal, que se usa para morder. Por otra parte, los molares superiores tienen arreglos triangulares (cúspides dilambodontas) que les permiten encajar en los molares inferiores; y tienen un proceso postglenoideo bien desarrollado para realizar movimientos laterales de la mandíbula al masticar su alimento, esta configuración facilita la fragmentación de los insectos atrapados y permite que la digestión sea más rápida (Freeman, 1979, 2000; Neuweiler, 2000).

*Aparato digestivo.* La parte superior del esófago de algunas especies de murciélagos está cubierta de epitelio queratinizado para evitar que se lastimen con los fragmentos de quitina de los insectos que consumen, que en ocasiones pueden ser muy rígidos. En general no hay esfínter entre el esófago y el estómago, por lo que el alimento pasa directamente al estómago. El intestino es menor que cuatro veces la longitud del cuerpo, en comparación con los frugívoros, que tiene de cinco a nueve veces la longitud del cuerpo. Esto permite que la digestión sea rápida y eficiente. En actividad un murciélago insectívoro tiene un tiempo de digestión mínima de 35 min y puede extenderse hasta 170 min en reposo; aunque, pueden pasar varias horas desde la ingestión de un insecto hasta la eliminación del último remanente en las heces (Neuweiler, 2000).

### 1.3. Fuentes de variación en la dieta

El régimen alimentario de los murciélagos presenta diferencias inter e intraespecíficas (Rodríguez-Duran y Lewis, 1987) como consecuencia de factores externos e internos, tales como las variaciones en las condiciones ambientales, las demandas energéticas y capacidades de cada

individuo, que influyen en el tiempo, área y estrategias de forrajeo (Fenton, 1982; Neuweiler, 2000). Las principales variables ambientales que modifican la disponibilidad de insectos son la precipitación, la temperatura, el viento y la cantidad de luz. Los factores internos de los murciélagos que influyen en su alimentación son la edad, el sexo y la condición reproductiva (Kunz, 1974; Fenton, 1982; Kurta y Whitaker, 1998), así como su morfología y conducta.

*Variables ambientales.* Los factores climáticos presentan variaciones continuas, por ejemplo, en las zonas tropicales la estacionalidad está regida por la precipitación y como consecuencia la disponibilidad de insectos varía, siendo mayor en la estación de lluvias (Whitaker, 2004). En las zonas templadas, la estacionalidad se manifiesta principalmente por las fluctuaciones de temperatura, en este caso, la abundancia y la actividad de los insectos disminuye en los meses más fríos (Bale, 1991).

Selectivamente a los murciélagos no les conviene sobreespecializarse en un tipo de presas porque cuando estas escasean a consecuencia de los cambios estacionales, estarían en desventaja. Por ejemplo, durante la estación lluviosa varias especies de murciélagos insectívoros de África (*Eptesicus capensis*, *Nycticerus schlieffeni*, *Scotophilus viridis*, *Hipposideros caffer*, *Laeophotis angolensis* y *Nycteris thebaica*) consumen en mayor cantidad coleópteros o lepidópteros. En cambio, durante la estación seca cuando la abundancia de alimento disminuye, los murciélagos se alimentan de los recursos más abundantes y de fácil disponibilidad, por lo que no se especializan en ningún orden de insecto, consumen casi por igual coleópteros y lepidópteros, y ocasionalmente tricópteros y dípteros, como consecuencia en este periodo el solapamiento de nichos es mayor que en la estación húmeda (Fenton y Thomas, 1980). La estacionalidad también influye en la selección del área de forrajeo. En Finlandia, *Myotis mystacinus* forrajea generalmente en

bosques, pero en agosto forrajea sobre praderas y cuerpos de agua, debido a que en este periodo los insectos se concentran en estas zonas (Nyholm, 1965 In: Gaisler, 1979).

Las conductas anteriores reafirman la teoría de forrajeo óptimo, que expone que los depredadores en ciertas condiciones pueden seleccionar las presas más benéficas en términos de obtención de energía por unidad de tiempo (Altringham, 1996), minimizando el tiempo y la energía empleada en su búsqueda (Dajoz, 2002). *Myotis yumanensis* presenta una alimentación oportunista porque aprovecha las concentraciones de insectos para alimentarse, aunque esta no es al azar, pues también consume a las presas más grandes, es decir, las que le aportan mayor cantidad de energía (Fenton y Morris, 1976).

La cantidad de luz puede variar de acuerdo con la fase de la luna, con las condiciones climáticas (Park y Keller, 1932; Williams, 1936; Bidlingmayer, 1964), con las características de la vegetación o con el desarrollo de las condiciones de urbanismo. *Lophostoma silvicolum* reduce su actividad durante los periodos de luna nueva en comparación con los de luna llena, de la misma manera que sus presas principales (ortópteros, Lang *et al.*, 2006). También se ha observado en Kansas, que cuando el cielo permanece más iluminado, los murciélagos emergen de sus refugios más tarde y una vez que hay oscuridad completa (Kunz, 1974). Algunas especies de murciélagos como *Artibeus jamaicensis* (Morrison, 1978), *Desmodus rotundus* (Flores-Crespo *et al.*, 1972) y *Noctilio leporinus* (Bork, 2006) presentan “fobia lunar” debido principalmente a que evitan ser localizados por los depredadores. En contraste, *Plecotus auritus*, *Eptesicus nilssonii* y *Myotis daubentonii*, parecen no estar influenciados por la fase lunar, la causa probable es la poca presencia de depredadores potenciales en ambientes templados (Karlsson *et al.*, 2002).

*Edad.* Es una determinante de la habilidad de vuelo e influye en el área y tiempo de forrajeo, así como en la hora de emergencia de los murciélagos, como consecuencia se genera una separación



de nichos entre individuos jóvenes y adultos (Adams, 2000). Individuos jóvenes de *Pipistrellus pipistrellus* se alejan menos del refugio durante el forrajeo o regresan antes que los adultos, debido a que no han desarrollado la habilidad del vuelo, sin embargo, conforme van creciendo adquieren las mismas habilidades y forrajean junto a los adultos (Racey y Swift, 1985). Para *Myotis lucifigus* se encontró que la dieta de los individuos jóvenes de diferentes edades presenta variaciones; y que aquellos que tienen alas más pequeñas y menor habilidad para volar, prefieren forrajear en zonas abiertas, mientras que los individuos con alas más grandes y mayor maniobrabilidad de vuelo forrajearon en zonas con vegetación más cerrada; por otra parte, los más jóvenes mostraron preferencia por los dípteros, mientras que los mayores se alimentaron en mayor cantidad de tricópteros (Adams, 1996).

También se ha demostrado que el tipo de alimento con relación a la edad está en proporción con la densidad de la población. Los patrones de forrajeo entre juveniles y adultos de *Myotis lucifigus* difieren en gran medida cuando la densidad de la población es mayor, mientras que se sobrelapan cuando ésta disminuye. Cuando hay más cantidad de individuos, los adultos cambian sus hábitos de forrajeo y reducen la competencia intraespecífica con los individuos más jóvenes (Adams, 1997).

*Sexo.* Las demandas energéticas requeridas para cada sexo son diferentes a lo largo del año, generalmente las hembras necesitan consumir una cantidad mayor de alimento durante la lactancia, mientras que los machos consumen cantidades más altas, cuando inicia la espermatogénesis. En *Myotis velifer* el periodo de consumo máximo en las hembras coincidió con el periodo de lactancia, en julio; mientras que en los machos el consumo máximo ocurrió en junio cuando inició la espermatogénesis (Kunz, 1974).

*Condición reproductiva.* Los ciclos reproductivos están correlacionados con la abundancia de insectos y las fluctuaciones estacionales (Boada *et al.*, 2003). De acuerdo con la condición reproductiva de las hembras hay variaciones en la cantidad de presas que consumen. Una hembra preñada de *Myotis lucifugus* consume hasta 5.5 g de insectos cada noche; en promedio un gramo de insecto proporciona 6 KJ de energía asimilable, lo que representa 61% de la masa corporal del murciélago; mientras que una hembra lactante consume 6.7 g, que representa 85% de la masa corporal de ésta. Estas diferencias se deben a que las demandas de energía para la gestación son menores que las demandas para la producción de la leche y el cuidado de la cría (Neuweiler, 2000).

Asimismo, se ha observado que las hembras preñadas consumen menor cantidad de presas, lo que probablemente se debe a que el tamaño del embrión es un factor limitante en la capacidad de maniobrabilidad del vuelo por lo que el tiempo de forrajeo también disminuye (Kunz, 1974; Kunz *et al.*, 1995). Los periodos de actividad nocturna entre hembras preñadas y lactantes en *Pipistrellus pipistrellus* son diferentes, las hembras lactantes regresan a sus refugios una vez durante el tiempo de forrajeo y después vuelven a salir, y los picos máximos de abundancia de insectos durante la noche, coinciden con los periodos de mayor actividad; en cambio las hembras inactivas presentan sólo un pico en su actividad de forrajeo (Racey y Swift, 1985).

*Morfología.* La interacción de varias especies de murciélagos en un hábitat determinado genera competencia interespecífica, sin embargo, características del tamaño y de la morfología permiten la repartición de recursos y la coexistencia de las especies (McNab, 1971). Por ejemplo, al analizar la dieta de siete especies de murciélagos insectívoros que forrajearon en un bosque deciduo en Indiana (1993 a 1997), se encontró que algunas especies consumieron los mismos

órdenes de insectos, con excepción de Homoptera que sólo lo consumieron dos especies: *Lasiurus borealis* y *Pipistrellus subflavus*; mientras que Diptera fue consumido solo por tres especies de *Myotis*, pero en diferentes proporciones. Por otra parte, todos consumieron presas del orden Coleoptera, pero en *L. borealis* representó 1.7% de su dieta, en *P. subflavus* 37% y en *Eptesicus fuscus* 85%. *Myotis sodalis*, *M. lucifugus* y *M. septentrionalis* comieron dípteros, lepidópteros y coleópteros, en diferentes proporciones. Lo anterior se debe a las diferencias en la conducta, hora de actividad y morfología, que favorecen mecanismos de exclusión competitiva, resultado de procesos evolutivos ventajosos para minimizar la competencia (Whitaker, 2004).

Se ha relacionado el tipo de dieta con distintas variables de morfología como el tamaño, forma del ala, la estructura de la mandíbula, el tamaño del cerebro y del cráneo (Norberg y Rayner, 1987; Altringham, 1996; Bogdanowicz *et al.*, 1999), y se han utilizado las variables morfológicas para predecir el área del nicho ecológico y los hábitos alimentarios (Findley y Wilson, 1982). Por ejemplo, se ha encontrado que entre más diferencias morfológicas existen entre las especies, se incrementan las diferencias en la dieta. Tres especies del género *Nycteris* de tamaño grande y con alas anchas consumieron principalmente insectos capturados del sustrato y no en vuelo. En cambio los géneros *Cloeotis*, *Hipposideros* y *Rhinolophus*, murciélagos con alas estrechas se especializaron en lepidópteros (Findley y Black, 1983).

Los murciélagos insectívoros presentan variación en su masa corporal, algunos pesan solo 2 g (*Craseonycteris*), mientras que otros pueden pesar alrededor de 140 g (*Cheirolemes torquatus*; Norberg y Rayner, 1987). Lo anterior limita las capacidades para capturar determinadas presas. Se acepta que el tamaño del depredador está relacionado con el tamaño de su presa. Las especies más grandes pueden consumir presas más grandes e incluso vertebrados pequeños (Simmons y Conway, 2003). Por ejemplo, la dieta de especies del género *Pipistrellus*, con masa corporal de 5 g, está dominada por insectos de longitud entre 4 y 12 mm, mientras que

*Hipposideros commersoni*, con masa corporal de entre 74 y 180 g, se alimenta de coleópteros que miden hasta 5 cm (Jones y Rydell, 2003).

La configuración de la mandíbula interviene en la dieta de los murciélagos, algunos molósidos tienen mandíbula corta y la unión mandibular se localiza arriba de la línea de los dientes (cóndilo elevado), los cuales están reducidos en número y son grandes; el proceso coronoide y el músculo temporal son largos, y la cresta sagital está desarrollada, lo que permite una mordida con mayor presión e ingerir presas con cuerpo duro, como *Molossus ater* que consume coleópteros. Otros en cambio, consumen presas de cuerpo blando y tienen la mandíbula larga con el cóndilo localizado al mismo nivel que la línea de los dientes, el proceso coronoide es bajo, y la cresta sagital está poco desarrollada y poseen más dientes, aunque débiles, lo que les permite cerrar la boca con mayor velocidad (Freeman, 1979). Algunas especies del género *Otomops* tienen este tipo de mandíbula y se alimentan principalmente de lepidópteros (Freeman, 2000).

La morfología del ala también influye en la dieta y en el área de forrajeo de los murciélagos (Norberg y Rayner, 1987); los que tienen alas estrechas y largas en proporción al tamaño del cuerpo (e.g. molósidos), vuelan más rápido, y a distancias más largas y rectas, que aquellos con alas anchas y cortas que vuelan distancias cortas (e.g. murciélagos frugívoros y algunas especies insectívoras), pero estos últimos tienen mayor capacidad de maniobrabilidad, lo que determina que puedan forrajear y capturar a presas fijas y en espacios cerrados, a diferencia de los primeros que forrajear en espacios abiertos y que atrapan presas en movimiento (Hill y Smith, 1984; Neuweiler, 2000). *Lasiurus borealis* tiene alas estrechas y largas, puede volar rápido para capturar a lepidópteros, muchos de los cuales muestran conductas de defensa evasivas, en cambio, algunas especies del género *Myotis* y *Pipistrellus subflavus* tienen alas anchas y cortas, su vuelo es lento y forrajear en espacios cerrados (Whitaker, 2004).

Otras investigaciones, sin embargo, han reportado diferencias en el consumo de insectos con especies similares morfológicamente. Las especies *Nycteris thebaica* e *Hipposideros caffer* no tienen diferencias significativas en su morfología alar, y se ha reportado que el solapamiento de nichos es de 14.5% y que sólo el orden Coleoptera es consumido por ambas especies en cantidades similares (Bowie y Jacobs, 1999).

*Conducta.* La hora de actividad y las técnicas de forrajeo y caza de los murciélagos generan repartición de recursos (McNab, 1971). Las especies insectívoras presentan varias estrategias de forrajeo, por ejemplo: 1) los insectívoros aéreos capturan a sus presas cuando están en vuelo, como *Myotis tricolor* (Stoffberg y Jacobs, 2004); 2) los del follaje, cazan a su presa directamente de la vegetación, como *Rhinolophus hildebrandti* (Fenton y Rautenbach, 1986); y 3) los de percha se detienen en algún sitio desde donde localizan a su presa (Jones y Rydell, 2003), tal es el caso de *Myotis myotis* (Audet, 1990), *Nycteris grandis* (Fenton *et al.*, 1990) y *Antrozous pallidus* (Hill y Smith, 1984).

Los murciélagos pueden forrajear en grupo o individualmente y esto modifica el éxito de captura y la selección del alimento. Las agregaciones de individuos pueden formarse por comunidades que comparten refugio y área de forrajeo, o por una transferencia de información mediante las llamadas de ecolocación (Fenton, 1982, Altringham, 1996), por ejemplo, individuos de *Myotis lucifugus* siguen los llamados de ecolocación de otros individuos de la misma especie y los de *Eptesicus fuscus*, con quien comparten el área de forrajeo (Barclay, 1982).

La hora de actividad de los murciélagos cambia en el transcurso de la noche y por lo tanto la disponibilidad de insectos es diferente para cada especie (Fenton, 1982). Tres especies de murciélagos que habitaron el mismo refugio en Puerto Rico emergieron a diferente hora, *Pteronotus quadridens* salió de la cueva antes del crepúsculo, seguido por *Mormoops redmani* y

por último *Mormoops blainvilli*, lo que a su vez mostró una relación positiva entre la hora de emergencia y los insectos consumidos (Rodríguez-Durán y Lewis, 1987).

#### 1.4. Importancia de los murciélagos insectívoros en el ecosistema

En promedio los murciélagos consumen de un cuarto a la mitad de su peso corporal de insectos cada noche, de esta forma, un murciélago de 20 g puede comer de cinco a diez gramos de insectos por noche, por lo que en un año puede alcanzar de 1.8 a 3.6 kg de insectos, y una colonia de 10,000 individuos consumiría de 180,000 a 360,000 kg de insectos cada año. Se ha calculado que en Texas una colonia de *Tadarida brasiliensis* integrada por 50 millones de individuos, con una masa promedio de 20 g, consumen hasta 6,700 toneladas de insectos cada verano (Hill y Smith, 1984).

Algunas poblaciones de insectos reguladas por los murciélagos son en realidad plagas para cultivos. Lee y McCracken (2005) encontraron que *Tadarida brasiliensis* consumió insectos adultos del gusano del maíz *Helicoverpa zea*, y que durante el tiempo de arribo de esta polilla a Texas (debido a que es migratoria) los remanentes de polillas en las excretas se incrementaron de 14.8 a 43%. Por otra parte, Gándara *et al.* (2006) analizaron la importancia económica del servicio ambiental de *T. brasiliensis* en Nuevo León, México, al controlar insectos que afectan principalmente a cítricos y calcularon de \$6.5 a \$16.5 millones de pesos al año. Un análisis similar calculó de \$4.6 a \$6.4 millones de dólares anuales para ocho condados de Texas (Cleveland *et al.*, 2006). Por otra parte, los murciélagos también controlan insectos como moscas y mosquitos que son vectores de enfermedades de animales domésticos y silvestres, así como del hombre.

La importancia ecológica de los murciélagos dentro de la cadena trófica es que como depredadores favorecen el flujo de energía, regulan las poblaciones de las presas e influyen en su

adecuación (capacidad de sobrevivencia y producción de progenie viable; Gaisler, 1979). Además, las grandes cantidades de guano almacenadas en sus refugios representan un medio de cultivo ideal para el crecimiento de hongos y bacterias, que a su vez sirven de alimento para otros animales como arácnidos e insectos (Hoffman *et al.*, 1986), el guano también puede ser filtrado o acarreado por el agua hacia otras regiones donde sirve principalmente como fertilizante para las plantas y alimento de diferentes animales acuáticos y terrestres (Romero-Almaraz *et al.*, 2006).

#### 1.5. Métodos de estudio para conocer la dieta de los murciélagos insectívoros

La dieta de los murciélagos se ha analizado con diferentes métodos como son: 1) la revisión del contenido estomacal; 2) los remanentes de insectos en las excretas; 3) la observación directa de los hábitos de forrajeo (Whitaker, 1988); y 4) el análisis de restos de insectos presentes en el uropatagio y membranas alares (Gaisler, 1979; Fenton, 1983). Debido a que los insectos pueden ser transportados a un sitio de percha, donde algunos murciélagos cortan cuidadosamente y desechan las partes más duras como patas, cabeza o alas, la dieta también puede conocerse colectando estas partes directamente de los refugios, por ejemplo, *Hipposideros diadema* consume sólo el abdomen de coleópteros (Hill y Smith, 1984) y *Myotis velifer* corta la cabeza y las alas de los lepidópteros y coleópteros que consume (Kunz, 1974).

## 2. ANTECEDENTES

La dieta de algunas de las especies que se reportan en este trabajo ya ha sido estudiada en los estados de Guerrero (Villa-R., 1966; López-Forment, 1979), Yucatán (Fenton *et al.*, 1998; Corado, 2003) y Sinaloa (Bateman y Vaughan, 1974).

*Balantiopteryx plicata* es una de las especies tropicales mejor estudiadas en este campo, López-Forment (1979) reportó que en Morelos y Guerrero se alimenta de himenópteros, coleópteros y hemípteros de 8 a 9 mm de longitud, y que en ocasiones busca su alimento en grupo si los insectos son abundantes. También se ha reportado que consume dípteros en Centroamérica (Bradbury y Vehrencamp, 1976).

En Texas, *Mormoops megalophylla* consume principalmente lepidópteros (Easterla y Whitaker, 1972), en Ecuador se ha encontrado alimentándose de dermápteros, coleópteros y dípteros (Boada *et al.*, 2003), mientras en Yucatán consume lepidópteros y coleópteros, al igual que *Pteronotus parnellii* (Corado, 2003), al que también se le han encontrado coleópteros y dípteros en Sonora (Bateman y Vaughan, 1974), ortópteros en Guerrero (Villa-R., 1966) o coleópteros en Sudamérica (Whitaker y Findley, 1980). En Yucatán se reportó que *P. davyi* consume en orden de preferencia, lepidópteros, homópteros, coleópteros y hemípteros (Corado, 2003), también se han reportado dípteros y dermápteros en Guerrero (Villa-R., 1966).

De *Macrotus waterhousii* se sabe que consume lepidópteros, odonatos, hemípteros, coleópteros y ortópteros, por los restos de insectos que deja en sus refugios (Villa-R., 1966), además se ha reportado que en California es parcialmente frugívoro (Anderson, 1969). En Yucatán, *Molossus rufus* (citado como *M. ater*) consume principalmente coleópteros, pero también hemípteros, lepidópteros, dípteros, odonatos e himenópteros (Fenton *et al.*, 1998;



Corado, 2003), y en Costa Rica se encontró que consume himenópteros y coleópteros (Pine, 1969).

La especie *Myotis velifer* es conocida por ser oportunista y su dieta varía de acuerdo a la estación y el hábitat (Fitch *et al.*, 1981). En Kansas se encontró que consume principalmente coleópteros, pero también homópteros, dípteros, lepidópteros, hemípteros, neurópteros, tricópteros, sifonápteros y ortópteros (Kunz, 1974). En cambio, en Arizona y el norte de México se encontraron solamente lepidópteros (Ross, 1967).

A pesar de la gran diversidad de murciélagos insectívoros en México, los estudios acerca de su dieta son escasos y la mayoría de estos reportan solo los órdenes consumidos por cada una de las especies y no las proporciones. Por otra parte, la dieta de las especies *Pteronotus personatus* y *Rhogeessa parvula* no ha sido estudiada.

### 3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

La diversidad y dieta de los murciélagos insectívoros del Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa (PNGC) no ha sido estudiada previamente, por lo que los objetivos que se plantean en este trabajo son:

#### 3.1. Objetivo general

Conocer las especies de murciélagos insectívoros que habitan el Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa y las variaciones en su dieta debido a factores internos y ambientales.

#### 3.2. Objetivos particulares

- 1) Integrar la lista de especies de murciélagos insectívoros que habitan en el PNGC.
- 2) Determinar la diversidad, frecuencia y volumen de consumo de los diferentes órdenes de insectos por los murciélagos de esta región.
- 3) Analizar las diferencias en cantidad de consumo y órdenes de insectos consumidos en función del sexo y condición reproductiva de los murciélagos.
- 4) Analizar la influencia de la estacionalidad en el régimen alimentario de los murciélagos a lo largo de un año.

#### 3.3. Hipótesis

Se espera que las especies más abundantes en el PNGC sean aquellas que forman colonias grandes como *Mormoops megalophylla* y *Pteronotus parnellii*, las cuales pueden agruparse por cientos de individuos (Bateman y Vaughan, 1974; Boada *et al.*, 2003). Otras especies abundantes

podrían ser aquellas con la capacidad para adaptarse a diferentes refugios, como en el caso de *B. plicata* (Arroyo-Cabrales y Knox, 1988).

En cuanto a la dieta de los murciélagos, se espera que las especies que se capturen se alimenten de los insectos más abundantes en el PNGC y que su alimentación sea semejante a lo que se ha reportado en trabajos previos.

Por otra parte, se espera que las hembras preñadas y lactantes, así como los machos con testículos escrotados consuman mayor cantidad de insectos que los individuos inactivos sexualmente, debido a sus demandas energéticas.

## 4. ÁREA DE ESTUDIO

### 4.1. Ubicación

El Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa (PNGC) fue decretado Área Natural Protegida (ANP) en el año de 1936, se ubica al norte del estado de Guerrero y forma parte de los municipios Pilcaya y Taxco de Alarcón, forma un polígono limitado por los cerros El Jumil, Temasol, Otlatepec, Jumil Chico, Paredón y Techolapa. Sus coordenadas límite son: 18°37'44.85" y 18°41'39.74" de latitud norte y entre los 99°31'45.94" y 99°29'23.59" de longitud oeste, y cuenta con una extensión de 1,598.26 ha (Fig. 1; CONANP, 2006).

### 4.2. Geología y fisiografía

El área del PNGC está compuesta por rocas sedimentarias calizas del Cretácico inferior que conforman 68% de la región y rocas metamórficas, en donde destacan los esquistos del Jurásico superior (CONANP, 2006). Se encuentra en la Provincia Fisiográfica de la Sierra de Taxco y Cuenca del Balsas. El Parque presenta un rango altitudinal que va de los 960 a los 1800 msnm. Las principales elevaciones dentro de la zona se encuentran en el cerro El Jumil con una altitud de 1740 msnm y en el cerro Temasol con 1480 msnm (CONANP, 2006). El rango geomorfológico más importante es la presencia de grutas o cavernas que son producto de los fenómenos hidrológicos de la zona y que se han formado por procesos de escorrentías. Entre las grutas más famosas e importantes están la de Cacahuamilpa y la de Carlos Pacheco, estas formaciones se han convertido en nichos de diversos animales y en refugio principalmente de murciélagos (CONANP, 2006).

Las grutas de Cacahuamilpa se han explorado entre cuatro y cinco kilómetros, dos de los cuales corresponden a la parte turística, es una formación sencilla sin ramificaciones. La entrada

a la gruta se encuentra en la barranca Limotitla a 1105 msnm, se trata de un arco amplio orientado hacia el este de 40 m de base y 12 m de altura. Dentro de ésta y a todo lo largo, se encuentran 15 cavidades con estalactitas y estalagmitas que forman figuras características que le dan nombre a los distintos salones (CONANP, 2006). En sus profundidades se encuentra el curso subterráneo del río San Jerónimo (Hoffman *et al.*, 1986). La gruta de Carlos Pacheco se encuentra aproximadamente a 400 m en dirección suroeste de las grutas de Cacahuamilpa, es más pequeña y cuenta con dos ramificaciones, al interior también hay una gran variedad de estalactitas y estalagmitas.

#### 4.3. Hidrología

El único afluente permanente dentro del PNGC es el río Amacuzac que nace de la aportación del río San Jerónimo y del río Chontalcoatlán, los cuales se internan bajo el cerro La Corona, que se encuentra al oeste del PNGC. El río Amacuzac es uno de los afluentes del río Balsas, el más importante del estado de Guerrero. Dentro del área se localizan también los arroyos Las Grutas y Las Bocas, el primero se ubica en la porción noroeste, mientras que el arroyo Las Bocas se encuentra al suroeste y pasa a lo largo de la intermediación que forman los cerros Las Bocas y La Silla (CONANP, 2006).

#### 4.4. Clima y vegetación

De acuerdo con la clasificación de García (1981), el clima en el PNGC es de tipo A(c)W2(w)(i)gwz, que corresponde a un clima cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 21.6°C y una precipitación media anual de 1432.9 mm (CONANP, 2006).

La vegetación dominante es la selva baja caducifolia (SBC) de acuerdo con Miranda y Hernández (1963), o bosque tropical caducifolio, de acuerdo con Rzedowski (1978). Se caracteriza por la presencia de especies arborescentes que pierden sus hojas en la estación de sequía, que comprende de noviembre a abril, mientras que en la estación de lluvias, que abarca de mayo a octubre, reverdecen. También se encuentra vegetación riparia, pastizal inducido y áreas destinadas para la agricultura (CONANP, 2006). En la SBC, se presenta frecuentemente un sólo estrato arbóreo con una altura de entre 5 y 15 m de altura, el diámetro de los troncos no sobrepasa los 50 cm y generalmente se ramifican a alturas cortas o desde la base. El estrato arbustivo varía de acuerdo a la densidad del dosel arbóreo. En estado natural el estrato herbáceo está poco desarrollado o puede incluso faltar por completo. Predominan ampliamente las hojas compuestas (Rzedowski, 1978). Las especies más comunes son *Lysiloma tergemina* (Fabaceae) y otras de los géneros *Bursera* (Burseraceae) y *Ceiba* (Bombacaceae). En las zonas alteradas se establecen asociaciones de vegetación secundaria formadas principalmente por especies como *Acacia farnesiana*, *A. cochliacantha*, *A. pennatula*, *A. bilimekii*, *Mimosa polyantha*, *M. benthamii*, *Pithecellobium acatlens* y *Prosopis laevigata*, entre otras (CONANP, 2006).

#### 4.5. Fauna

Las especies de animales vertebrados que habitan la región son alrededor de 8 especies de anfibios, 71 especies de reptiles, 64 de aves y 52 de mamíferos. Algunas de estas, principalmente de la clase Reptilia y Aves, están en peligro por influencia del ser humano. Se tienen reportadas 39 especies endémicas dentro del PNGC (dos de peces, 20 de reptiles y 17 de aves). En cuanto a

los mamíferos, los quirópteros son el grupo más diverso (22 especies reportadas para el 2006), mientras que los roedores son los más abundantes (CONANP, 2006).

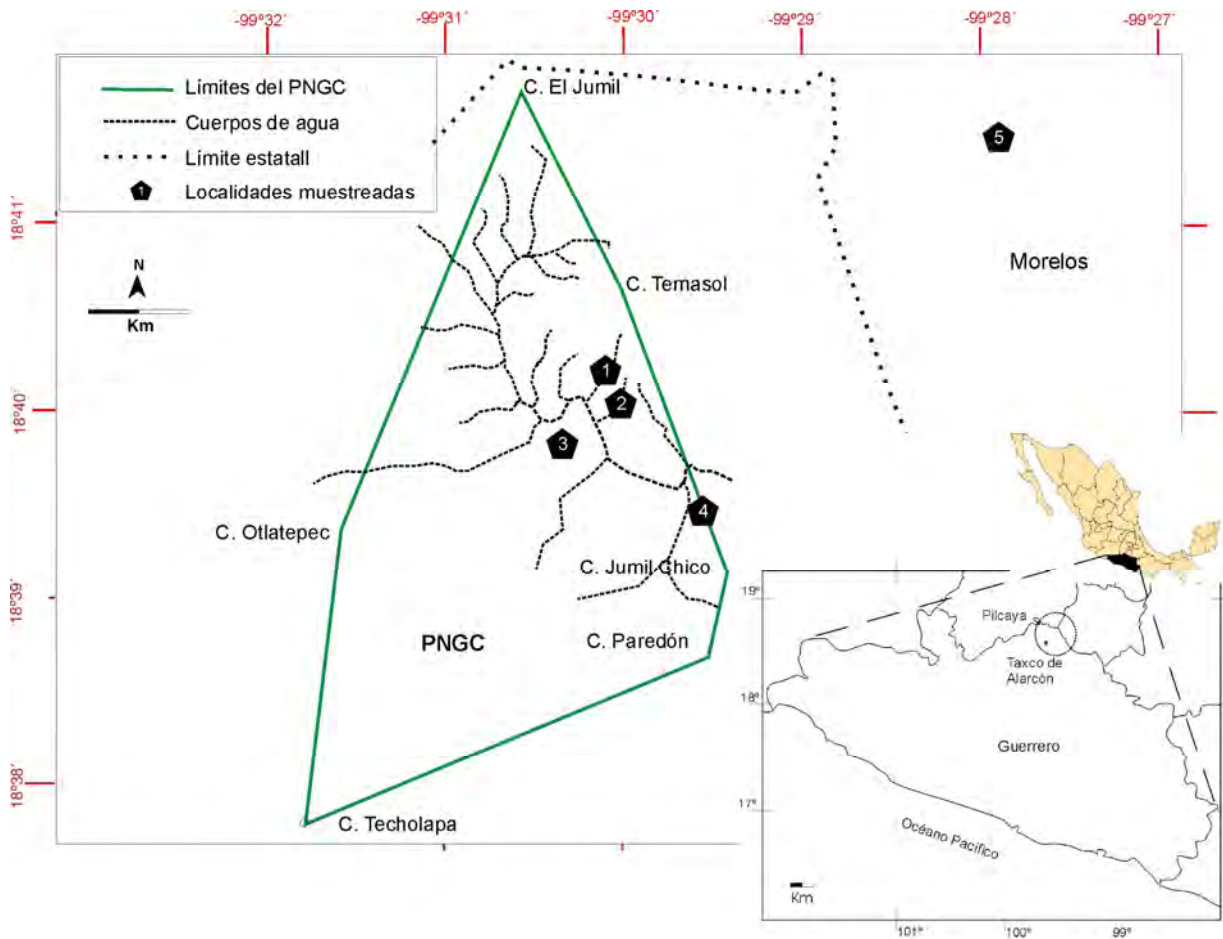


Figura 1. Ubicación y límites del estado de Guerrero y del Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa (PNGC). Modificado de CONANP (2006)

## 5. MATERIAL Y MÉTODO

### 5.1. Trabajo de campo

Se realizaron cuatro periodos de muestreo dentro del PNGC (a excepción de la localidad 5, que se encuentra a 5.5 km del parque, en el estado de Morelos) de dos noches cada uno en las siguientes fechas: 1) 22 y 23 de febrero; 2) 14 y 15 de mayo; 3) 28 y 29 de agosto; y 4) 27 y 28 de noviembre del 2008, en las siguientes localidades:

- 1) Guerrero, municipio Pilcaya, Grutas de Cacahuamilpa, 1101 msnm, 18°40'07"N, 99°30'32.6"W (entrada de las grutas de Cacahuamilpa).
- 2) Guerrero, municipio Pilcaya, Grutas de Cacahuamilpa, 1101 msnm, 18°40.111'N, 99°30.85'W (orillas del río Amacuzac).
- 3) Guerrero, municipio Pilcaya, Grutas de Carlos Pacheco, 1091 m, 18° 39'56.3"N, 99°30'34"W.
- 4) Guerrero, municipio Pilcaya, La Cortina, 2 km SE de Cacahuamilpa, 980 m, 18°39.480'N, 99°29.182'W (orillas del río Amacuzac).
- 5) Morelos, municipio Michapa, hotel Bugambilias, 5.5 km NE de Cacahuamilpa 1157 m, 18°41'31.53"N, 99°27'48.8"W (figura 1).

*Captura de los murciélagos.* Los especímenes se recolectaron con redes de niebla de 9 y 12 m de longitud. Las redes se abrieron a partir de las 20:00 hasta las 23:00 h, aproximadamente, después de la salida de los murciélagos de sus refugios con el fin de capturarlos cuando ya se habían alimentado. Los murciélagos capturados se colocaron en costales de manta de forma individual durante el resto de la noche y se registró la hora de captura. Al día siguiente se colectaron las excretas en viales para determinar su contenido.



Se tomaron datos como especie, medidas somáticas, sexo, edad y condición reproductiva. La edad fue determinada mediante la observación a contraluz del grado de osificación de las articulaciones en las falanges de los dedos, considerándolos como jóvenes o subadultos cuando el cartílago se veía transparente y adultos cuando estaba osificado completamente. La condición reproductiva se determinó, en las hembras, mediante la observación del estado de la vagina; cuando ésta se veía cerrada se consideraron hembras inactivas, cuando se notaba abierta o inflamada como receptivas, y cuando había restos de semen, se catalogaron como copuladas recientemente; también se registró por palpación la presencia de embriones y se observaron las glándulas mamarias que indicaban si estaban lactando o no. En los machos, la condición reproductiva se determinó mediante la observación de la posición de los testículos y se clasificaron como abdominales, inguinales o escrotados (Romero-Almaraz *et al.*, 2000), y se midió el tamaño de estos sólo en los especímenes sacrificados.

Algunos de los murciélagos capturados se liberaron después de tomar los datos y de recolectar las muestras necesarias, otros fueron sacrificados con cloroformo para la extraer el tracto digestivo, de estos se preservó la piel en taxidermia y el cráneo y esqueleto, para depositarlos posteriormente en la Colección Nacional de Mastozoología, del Instituto de Biología, UNAM.

*Captura de los insectos.* Con el propósito de facilitar la identificación del contenido de las excretas y del contenido estomacal de los murciélagos, y para analizar la disponibilidad de insectos, se colocó por cada día de muestreo, una trampa de luz de las 20:00 a las 23:00 h, que consistió en una manta blanca, de 2.50 m de largo por 1.85 m de ancho, iluminada con luz negra para atraer a los insectos nocturnos, en sitios relativamente alejados (alrededor de 8 a 10 m) de las redes de niebla para no interferir en la captura de los murciélagos. Los insectos atraídos por la

luz se capturaron con la ayuda de un aspirador entomológico y pinzas, estos se sacrificaron con alcohol al 70% y en el caso de lepidópteros y de insectos con coloración o iridiscencia (como coleópteros y hemípteros) en frascos letales con acetato de etilo; estos últimos se preservaron en bolsas de papel encerado (Borror *et al.*, 1981).

## 5.2. Trabajo de gabinete

*Identificación de los insectos capturados.* Los insectos capturados fueron identificados hasta el nivel de orden con claves entomológicas (Borror *et al.*, 1981) y con base en el número de individuos de cada orden se obtuvo su proporción. Se realizaron pruebas de  $\chi^2$  mediante tablas de contingencia para establecer las diferencias en abundancia y diversidad entre los cuatro meses de muestreo.

Cabe aclarar que en el caso de los órdenes Hemiptera y Homoptera, la clasificación actual los agrupa en un solo orden y cuatro subórdenes: Coleorrhyncha, Heteroptera, Auchenorrhyncha y Sternorrhyncha (McGavin, 2002). El orden Hemiptera que se maneja en este trabajo corresponde al suborden Heteroptera y el orden Homoptera a Auchenorrhyncha. Para fines comparativos con estudios previos se manejará la clasificación antigua, nombrando como órdenes a Hemiptera y Homoptera.

*Determinación de la dieta.* El análisis de la dieta se realizó por medio de muestras fecales y del contenido estomacal e intestinal de los individuos sacrificados. El análisis del contenido estomacal ofrece la ventaja de que el alimento aún no ha sido digerido, por lo que los insectos están más completos y su identificación es más fácil, particularmente de aquellas partes de cuerpo blando que en las excretas pueden incluso no presentarse. Por otro lado, el análisis de las

excretas evita el sacrificio de los murciélagos y ofrece estimaciones confiables acerca de la dieta de los murciélagos insectívoros (Kunz y Whitaker, 1983).

Las excretas y el contenido estomacal e intestinal fueron analizados por separado en un microscopio estereoscópico (SZ-ST Olympus). Los fragmentos de insectos de importancia taxonómica como patas, antenas, piezas bucales y trozos de alas se separaron, y los fragmentos de exoesqueleto no identificables se compararon con los insectos capturados. La identificación a nivel de orden se realizó con ayuda de claves entomológicas (Borror *et al.*, 1981; Whitaker, 1988) y con el asesoramiento del M. en C. Arturo García (especialista en artrópodos). Después de la identificación de las presas los fragmentos de cada orden se pesaron en seco en una balanza analítica (Scientech ZSP-250) y se obtuvo su proporción.

*Procesamiento de los datos.* El análisis de resultados se realizó con el método propuesto por Whitaker (1988), se obtuvieron dos valores: la frecuencia y el volumen porcentual de los *ítems* de las presas encontradas en las excretas y en el contenido estomacal. La frecuencia porcentual se define como el porcentaje de murciélagos que comieron de cada tipo de alimento (número de muestras en el que se encuentra el mismo tipo de presa, entre el total de muestras, multiplicado por 100); y el volumen porcentual es la proporción total consumida de cada tipo de alimento, en el muestreo total (número total de *ítems* de la misma presa entre el total de tipos de presas).

Se realizaron pruebas de  $\chi^2$  mediante tablas de contingencia para evaluar si las diferencias en el volumen y frecuencia de consumo de los órdenes de insectos se deben a la especie, sexo, condición reproductiva y estación del año.

El análisis de las excretas proporcionó mayor información debido a que se obtuvieron para todas las especies, mientras que en el contenido estomacal no se encontraron restos de insectos en *Macrotus waterhousii*, *Molossus rufus*, *Myotis velifer* y *Rhogeessa parvula*. Se

compararon los valores de volumen, frecuencia porcentual y cantidad de consumo de los órdenes de insectos entre las especies y dentro de cada especie de acuerdo con la estación del año, el sexo y la condición reproductiva, no se logró comparar entre edades por que los individuos analizados fueron adultos.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Diversidad de los murciélagos insectívoros en el PNGC

Durante el tiempo de trabajo se capturaron 112 murciélagos, pertenecientes a 9 especies, 7 géneros y 5 familias. *Balantiopteryx plicata*, *Mormoops megalophylla* y *Pteronotus parnellii* se capturaron en todos los muestreos. Las especies más abundantes fueron *B. plicata* (n=21), *M. megalophylla* (n=29), *P. parnellii* (n=14), *P. personatus* (n=15) y *Myotis velifer* (n=20), no hay diferencias en el número de capturas de estas especies de acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  ( $\chi^2_c=7.2$ , 4 g. l.,  $P<0.05$ ). Las especies menos abundantes fueron *Rhogeessa parvula* y *Molossus rufus*, cada una con un sólo individuo (cuadro 1).

La mayor abundancia se obtuvo en agosto (n=37), posteriormente en mayo (n=30), noviembre (n=24) y la menor en febrero (n=21). En febrero, *Pteronotus personatus* fue la especie más abundante (n=6), en mayo, *B. plicata* (n=13), en agosto, *M. velifer* (n=19) y en noviembre, *M. megalophylla* y *P. personatus* (n=8). En cuanto a la diversidad de especies, en febrero se capturaron individuos de siete especies, seguido de mayo y noviembre con seis y agosto con cinco (cuadro 1).

De *B. plicata* se capturaron 21 individuos (11 hembras, 9 machos y del otro no se registró su sexo), en las localidades 1, 3 y 5. De las hembras, en febrero se capturó una inactiva, en mayo siete preñadas, en agosto una lactante y en noviembre dos inactivas. De los nueve machos, siete tuvieron testículos abdominales (cinco en mayo y dos en noviembre), uno de agosto tuvo testículos inguinales y del otros no se registró su condición.

De *M. megalophylla* se capturaron 29 individuos (2 hembras y 27 machos) de los cuales uno se capturó en la localidad 4 y el resto en la 1. Las hembras se capturaron en noviembre y fueron inactivas sexualmente. De los machos, trece tuvieron testículos abdominales (uno en

febrero, seis en mayo, cinco en agosto y uno noviembre), cuatro tuvieron testículos inguinales (uno en febrero, uno en agosto y dos en noviembre); y dos testículos escrotados (uno en febrero y otro en agosto), de los ocho restantes no se obtuvo su condición.

De *P. parnellii* se capturaron 14 individuos (3 hembras y 11 machos) en la localidad 1. Las hembras fueron inactivas y se capturaron una en mayo, agosto y noviembre, respectivamente. De los 11 machos, seis tuvieron los testículos en posición abdominal (dos en febrero, uno en mayo y tres en agosto) y de los cinco restantes no se obtuvo su condición.

De *P. personatus* se capturaron 15 individuos (3 hembras y 12 machos), uno en la localidad 1, nueve en la 2 y cinco en la 4. De las hembras dos se capturaron en noviembre y fueron inactivas, y una en febrero que estaba preñada. De los machos nueve tuvieron testículos abdominales, uno de febrero testículos escrotados y de los otros dos no se registró su condición.

De *P. davyi* se capturaron 4 machos, dos en la localidad 1 y dos en la 2. De estos cuatro, tres se capturaron en mayo con testículos abdominales y uno en noviembre al cual no se le registró su condición.

De *M. waterhousii* se capturaron 7 individuos (1 hembra y 6 machos), tres en las localidades 1 y 4, y uno en la 3. La hembra se capturó en noviembre en estado inactivo. De los machos cuatro tuvieron testículos escrotados y se capturaron en febrero, y dos tuvieron testículos abdominales (en febrero y en mayo).

De *M. rufus* se capturó un macho adulto en febrero con testículos escrotados, en la localidad 4. De *M. velifer* se capturaron 20 individuos (9 hembras y 11 machos) en la localidad 2. De las hembras dos fueron inactivas y del resto no se registró su condición. De los once machos, diez tuvieron los testículos escrotados (uno de febrero y nueve de agosto) y uno abdominales (de agosto). Finalmente, de *R. parvula* se capturó una hembra inactiva en febrero, en la localidad 4.

## 6.2. Abundancia de los insectos en las trampas de luz

Durante el periodo de estudio se capturaron 801 insectos pertenecientes a 13 órdenes, de éstos, Diptera representó 49.8% y Lepidoptera 16.1%. Los órdenes menos representados fueron Mantodea, Phasmatodea y Megaloptera, con 0.1% cada uno. El mes con más capturas fue agosto con 434 insectos y febrero fue el mes con menos capturas (57 insectos). Se encontraron diferencias significativas en la abundancia de cada mes ( $\chi^2_c$ : 453.5, 3 g. l.,  $P < 0.05$ ). Por otra parte, en mayo se obtuvo la mayor diversidad de órdenes de insectos ( $N = 10$ , 76.9%) y en febrero la menor diversidad ( $N = 7$ , 53.8%, cuadro 2), pero estas diferencias no fueron significativas ( $\chi^2_c$ : 0.5, 3 g. l.,  $P > 0.05$ ).

El orden más abundante en todas las colectas, excepto la de mayo, fue Diptera que representó 49.1% en febrero, 71.7% en agosto y 50.6% en noviembre. En febrero, otros órdenes bien representados fueron Ephemeroptera (14.0%), Lepidoptera (14.0%) y Coleoptera (12.3%). En mayo el orden más abundante fue Lepidoptera (32.5%), seguido por Coleoptera (29.4%), Trichoptera (19.5%) y Diptera (8.7%). En agosto, además de Diptera, se capturó un gran número de Homoptera (12.2%) y Lepidoptera (7.8%). En noviembre, los órdenes que siguieron a Diptera fueron Lepidoptera (15.2%), Trichoptera (10.1%), Coleoptera (7.6%) y Homoptera (6.3%). Mientras que los órdenes Blattaria, Mantodea, Orthoptera, Phasmatodea, Hemiptera, Megaloptera e Hymenoptera, estuvieron representados con menos de 5.0% en las colectas (cuadro 2).

Cuadro 1. Familias, especies y número de murciélagos insectívoros capturados y examinados durante los cuatro muestreos.

Familias y especies	Meses																													
	febrero			mayo			agosto			noviembre			total																	
	C			E			C			E			C			E														
	♂	♀	D	♂	♀	D	♂	♀	D	♂	♀	D	♂	♀	D	♂	♀	D												
Emballonuridae																														
<i>Balantiopteryx</i>		1				1	6	7		6	7		1	1		1	1		2	2	1	2	2	1	9	1	1	9	1	1
Mormoopidae																														
<i>Mormoops</i>	3		1	3		1	9			6			8			6			6	2		3	2		2	2	1	1	2	1
<i>Pteronotus parnellii</i>	3			3			2	1		1	1		6	1		6	1		1			1			1	3		1	3	
<i>Pteronotus</i>	5	1		5	1								1						5	3		5	3		1	4		1	4	
<i>Pteronotus davyi</i>							3			3									1			1			4			4		
Phyllostomidae																														
<i>Macrotus</i>	5			5			1			1						1			1						6	1		6	1	
Molossidae																														
<i>Molossus rufus</i>	1			1																					1			1		
Vespertilionidae																														
<i>Myotis velifer</i>							1			1			1	9		6	2								1	9		7	2	
<i>Rhogeessa parvula</i>		1			1																				1			1		
Total	1	3	1	17	3	1	22	8		1	8		2	1		1	4		1	9	1	1	9	1	7	3	2	6	2	2

C= Individuos capturados, E= individuos examinados, D= sexo no registrado



Cuadro 2. Número (n) y proporción de insectos capturados con las trampas de luz durante los cuatro muestreos.

Orden	Meses									
	febrero		mayo		agosto		noviembre		total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ephemeroptera	8	14.0			5	1.2			13	1.6
Blattaria	2	3.5	1	0.4					3	0.4
Mantodea			1	0.4					1	0.1
Orthoptera	2	3.5	5	2.2	4	0.9	3	3.8	14	1.8
Phasmatodea							1	1.3	1	0.1
Hemiptera			9	3.9	2	0.5	2	2.5	13	1.6
Homoptera	2	3.5	3	1.3	53	12.2	5	6.3	63	8.0
Megaloptera					1	0.2			1	0.1
Coleoptera	7	12.3	68	29.4	7	1.6	6	7.6	88	10.9
Diptera	28	49.1	20	8.7	311	71.7	40	50.6	399	49.8
Trichoptera			45	19.5	17	3.9	8	10.1	70	8.7
Lepidoptera	8	14.0	75	32.5	34	7.8	12	15.2	129	16.1
Hymenoptera			4	1.7			2	2.5	6	0.8
Total (N) / %	57	7.1	231	28.8	434	54.2	79	9.9	801	100.0
Total de órdenes / %	7	53.8	10	76.9	9	69.2	9	69.2	13	100.0

### 6.3. Composición de la dieta de los murciélagos insectívoros del PNGC

De los 112 especímenes capturados, 30 se liberaron y 82 se conservaron en piel, cráneo y esqueleto. En el tracto digestivo de 49 de los 82 especímenes, no se encontró nada. Mientras que de 54 de los 112 murciélagos capturados (incluyendo a los liberados) se obtuvieron un total de 1089 excretas (cuadro 3). Los tractos digestivos revisados en donde si se encontraron restos de insectos corresponden a *Balantiopteryx plicata*, 19; *Mormoops megalophylla*, 3; *Pteronotus parnellii*, 8; *P. personatus*, 2; *P. davyi*, 1. Mientras que las excretas corresponden a 16 *B. plicata* (162 excretas), 9 *M. megalophylla* (160), 11 *P. parnellii* (438), 6 *P. personatus* (140), 1 *P. davyi*

(1), 5 *Macrotus waterhousii* (112), 1 *Molossus rufus* (32), 6 *Myotis velifer* (18) y 1 *Rhogeessa parvula* (26; cuadro 3).

El peso total de los fragmentos de insectos identificados en las excretas fue de 38.4 g, y pertenecen a once órdenes de insectos, cuya proporción en volumen fue el siguiente: Ephemeroptera 5.8%, Orthoptera 4.6%, Psocoptera 0.2%, Hemiptera 12.0%, Homoptera 8.8%, Neuroptera 1.6%, Coleoptera 20.3%, Diptera 3.2%, Trichoptera 7.8%, Lepidoptera 27.6% e Hymenoptera 7.6%. En frecuencia el más consumido fue Coleoptera (60.0%, fig. 2).

Los órdenes Blattaria, Mantodea, Phasmatodea y Megaloptera, capturados con las trampas de luz no se encontraron ni en el contenido estomacal ni en las excretas de ninguno de los murciélagos, mientras que los órdenes Psocoptera y Neuroptera se encontraron en la dieta de los murciélagos pero no en las trampas de luz (cuadro 4). El orden Orthoptera sólo se encontró en la dieta de la estación seca (febrero, mayo y noviembre), Psocoptera estuvo presente en la dieta de febrero y agosto, y los órdenes restantes fueron consumidos regularmente por la mayoría de las especies de murciélagos en todos los muestreos.

*Balantiopteryx plicata* consumió once órdenes de insectos, *P. parnellii* diez y *P. personatus* nueve. Por otra parte, las especies con menor número de órdenes consumidos fueron *P. davyi* con un orden y *M. rufus* con cuatro (cuadro 4), de acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  no hay diferencias significativas en el número de órdenes consumidos por cada especie ( $\chi^2_c = 9.6$ , 8 g. l.,  $P < 0.05$ ).

Cuadro 3. Individuos liberados y examinados.

Especie	liberados	no liberados	contenido estomacal		excretas	
			sin	con	sin	con
<i>B. plicata</i>	0	21	2	19	5	16
<i>M. megalophylla</i>	10	19	16	3	20	9
<i>P. parnellii</i>	2	12	4	8	3	11
<i>P. personatus</i>	1	14	12	2	9	6
<i>P. davyi</i>	0	4	3	1	3	1
<i>M. waterhousii</i>	1	6	6	0	2	5
<i>M. rufus</i>	1	0	0	0	0	1
<i>M. velifer</i>	15	5	5	0	14	6
<i>R. parvula</i>	0	1	1	0	0	1
Total	30	82	49	33	58	28

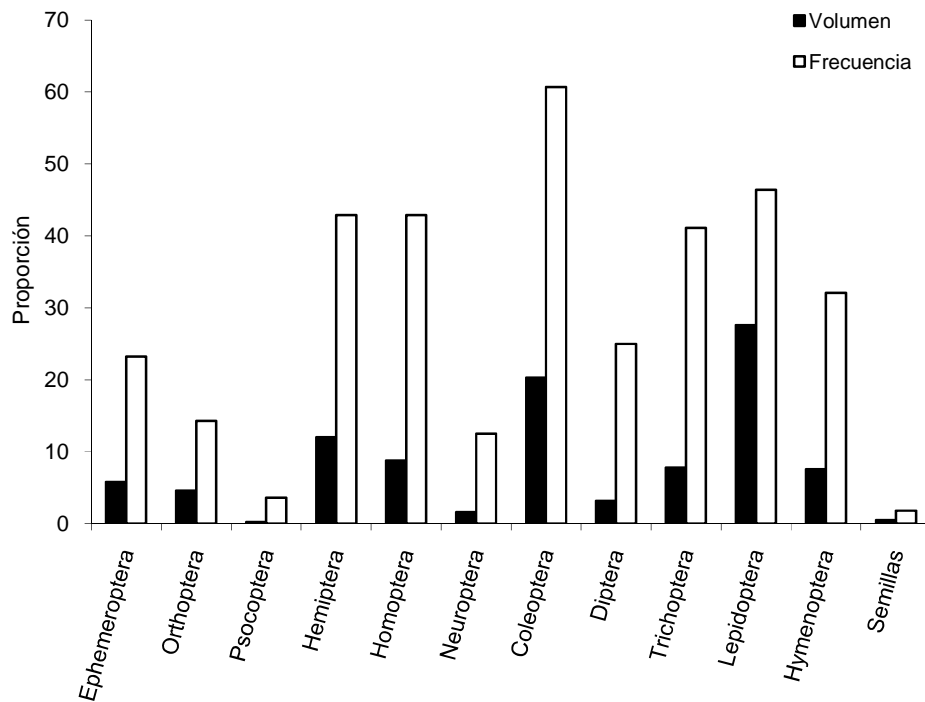


Figura 2. Órdenes de insectos encontrados en las excretas de los murciélagos insectívoros del PNGC de febrero a noviembre de 2008.

Cuadro 4. Órdenes de insectos consumidos por las nueve especies de murciélagos insectívoros del PNGC.

Orden	Especie	<i>B. plicata</i>				<i>M. megalophylla</i>			<i>P. parnellii</i>			<i>P. personatus</i>		<i>P. davyi</i>	<i>M. waterhousii</i>		<i>M. rufus</i>	<i>M. velifer</i>		<i>R. parvula</i>
		Mes	F	M	A	N	F	A	N	F	A	N	F	N	N	F	N	F	M	A
	n	1	13	1	5	2	5	4	3	7	1	6	1	1	4	1	1	1	5	1
Ephemeroptera		x	x	x					x			•	•							x
Orthoptera			x			x			x	x	x				x	•	•			
Psocoptera				x																x
Hemiptera		x	x	x		x			•	x	•	x			x		x		x	x
Homoptera		x	x	x	•				x	x	x	x	x						x	x
Neuroptera			x	x					x		x	x			x				x	
Coleoptera		•	•	x	x	•		x	x	x	•	x		•	x		x		x	•
Diptera			x	x					x	x	x	x							x	
Trichoptera		•	x	x	x	x		x	x	x	x	x			x				•	x
Lepidoptera			x		x	x	•	•	x	•		x			•		x		x	
Hymenoptera		x	•	•	x	x			x						x			•	x	
Total (11)		6	10	9	5	6	1	3	10	6	7	9	2	1	7	1	4	1	8	6

F= febrero, M= mayo, A= agosto, N= noviembre, n= individuos examinados, •= órdenes consumidos en mayor proporción.

*Balantiopteryx plicata*. De los 21 individuos a los que se les analizó el contenido estomacal e intestinal se encontraron restos de insectos en 19 de ellos, los órdenes mejor representados en volumen fueron Hymenoptera con 35.4%, Coleoptera con 19.8%, Homoptera con 13.7% y Trichoptera con 11.2% (cuadro 5), las diferencias en volumen entre los órdenes fueron significativas de acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  ( $\chi^2_c = 108.0$ , 9 g. l.,  $P < 0.05$ ). El volumen total de insectos fue de 13,137.0 mg; el volumen menor (14.5 mg) se encontró en un macho con testículos abdominales capturado a las 21:26 h y el mayor (3248.0 mg) en una hembra con embrión (14 x 12 mm) capturada a las 21:56 h.

Por otra parte, en las 162 excretas de 16 murciélagos de *B. plicata*, el orden Coleoptera ocupó el primer lugar en volumen con 26.5%, seguido por Homoptera con 23.4%, Hymenoptera con 17.2% y Hemiptera con 17.2% (cuadro 5). Las diferencias en volumen entre los órdenes fueron significativas de acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  ( $\chi^2_c = 92.3$ , 9 g. l.,  $P < 0.05$ ). El peso total de insectos fue de 7885.1 mg, el volumen menor (0.5 mg) se encontró en un macho con testículos abdominales capturado en noviembre, y el mayor (1853.0 mg) en una hembra lactando capturada en agosto.

En cuanto a la frecuencia, ésta fue similar en ambos casos, siendo Coleoptera el orden consumido por más de 80% de los individuos de *B. plicata*, seguido por Hymenoptera (68.4% en contenido estomacal y 81.3% en excretas) y Homoptera (68.4% y 75.0%, respectivamente). Psocoptera se encontró sólo en las excretas y Orthoptera sólo en el contenido estomacal, aunque en ambos casos el volumen de consumo fue mínimo (0.4% y 0.6%, cuadro 5). La prueba de  $\chi^2$  mostró diferencias significativas en ambos casos ( $\chi^2_c = 158.6$  en contenido estomacal y 188.9 en excretas, 9 g. l.,  $P < 0.05$ ).

*Sexo.* Al analizar las diferencias entre machos y hembras de *B. plicata*, de acuerdo con el contenido estomacal, los machos (n= 8) consumieron ocho órdenes de insectos, de los cuales los de mayor proporción en volumen fueron Hymenoptera con 48.7%, Homoptera con 14.0% y Ephemeroptera con 12.4% y el peso promedio de consumo fue de 497.8 mg (14.5 a 1720.0), mientras que las hembras (n=10) consumieron 10 órdenes, de los cuales los de mayor proporción en volumen fueron Hymenoptera con 28.3%, Coleoptera con 27.0% y Homoptera con 12.5% y el peso promedio de consumo fue de 847.2 mg (46.0 a 3248.0, fig. 3). Las diferencias en el volumen consumido de cada orden entre sexos son significativas de acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  ( $\chi^2_c= 34.9$ , 9 g. l.,  $P<0.05$ ).

En cuanto a la frecuencia, Coleoptera, Homoptera e Hymenoptera fueron consumidos por 75% de los machos. Noventa por ciento de las hembras consumieron Coleoptera y 70% Hymenoptera. Los órdenes Neuroptera, con 0.5% de volumen y 20.0% de frecuencia, y Orthoptera, con 1.2% de volumen y 10.0% de frecuencia, se encontraron sólo en el contenido estomacal de las hembras (fig. 3). De acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  las diferencias en la frecuencia de consumo de cada orden entre sexos fueron significativas ( $\chi^2_c= 78.3$ , 9 g. l.,  $P<0.05$ ).

Por otra parte, en las excretas (n=31) de 6 machos de *B. plicata*, los órdenes de mayor importancia en volumen fueron Coleoptera con 34.0%, Homoptera con 27.7% y Ephemeroptera con 13.7%, y el peso promedio consumido fue de 168.5 mg (0.5 a 690.0); mientras que en las excretas (n=126) de 9 hembras, los órdenes más representados en volumen fueron Coleoptera con 24.5%, Hymenoptera con 23.6% y Hemiptera con 23.3%, y el peso promedio consumido fue de 760.8 mg (13.0 a 1853.0, fig. 4). De acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  las diferencias en el volumen consumido de cada orden entre sexos son significativas ( $\chi^2_c= 43.2$ , 9 g. l.,  $P<0.05$ ).

En cuanto a la frecuencia de consumo, Coleoptera e Hymenoptera fueron consumidos por 83.3% de los machos y 100.0% de las hembras, Homoptera por 83.5% de los machos y 66.7% de las hembras y Hemiptera lo consumieron 50.0% de los machos y 88.9% de las hembras. Los órdenes Neuroptera y Psocoptera sólo se encontraron en las excretas de las hembras con proporción de 0.2% y 0.7%, respectivamente (fig. 4). De acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  las diferencias en la frecuencia de consumo de cada orden entre sexos fueron significativas ( $\chi^2_{c=}$  75.9, 9 g. l.,  $P<0.05$ ).

*Condición reproductiva.* Tres hembras inactivas de *B. plicata* consumieron en promedio 335.7 mg (46.0 a 634.0) de insectos de acuerdo con el contenido estomacal, seis hembras preñadas 1236.3 mg (85.0 a 3248.0) y una lactante 47.0 mg. Las hembras inactivas consumieron en mayor proporción Coleoptera con 46.2%, Homoptera con 30.0% y Trichoptera con 24.0%; las hembras preñadas, Hymenoptera con 30.4%, Coleoptera con 21.9% y Hemiptera con 14.0%; y la hembra lactante, Hymenoptera (100.0%). Respecto a la diversidad, las hembras inactivas consumieron tres órdenes, las preñadas diez y la lactante uno (fig. 5a). De acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  las diferencias en el volumen consumido de cada orden entre las diferentes condiciones reproductivas son significativas ( $\chi^2_{c=}$  341.9, 18 g. l.,  $P<0.05$ ).

El análisis de las excretas indicó que una hembra lactante consumió 1853.0 mg de insectos (n= 64), una inactiva 1617.0 mg (n= 24) y siete preñadas 482.4 mg en promedio (n= 38, mínimo: 13, máximo: 1382.0 mg). Los órdenes más consumidos en volumen por las hembras preñadas fueron Hemiptera con 26.9%, Hymenoptera con 25.3% y Coleoptera con 21.9%. Mientras que la hembra inactiva consumió Coleoptera (24.5%), Ephemeroptera (18.5%) e Hymenoptera (17.8%) principalmente; y la lactante, Coleoptera (42.5%), Hymenoptera (18.0%) y Homoptera (16.6%). Respecto a la diversidad de órdenes, la hembra lactante y la preñada consumieron nueve órdenes

de insectos mientras que la inactiva solo seis (fig. 5b). De acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  las diferencias en el volumen consumido de cada orden de insectos por las hembras en diferentes condiciones reproductivas fueron significativas ( $\chi^2_c = 452.9$ , 18 g. l.,  $P < 0.05$ ).

*Estación del año.* Se revisó el contenido estomacal de 19 individuos de *B. plicata*, de los cuales 18 corresponden a la estación seca. Éstos consumieron insectos principalmente de Hymenoptera (31.8%), Coleoptera (20.9%) y Homoptera (14.5%), y el volumen promedio consumido fue de 727.2 mg (14.5 a 3248.0). En cambio en la estación húmeda, un individuo consumió 47.0 mg de Hymenoptera que representó 100.0% (fig. 6a). Las diferencias en volumen consumido de cada orden entre las dos estaciones fueron significativas de acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  ( $\chi^2_c = 93.1$ , 9 g. l.,  $P < 0.05$ ).

El análisis de las excretas demostró que en la estación seca 15 individuos de *B. plicata* (n= 98) consumieron en mayor proporción Coleoptera con 25.5%, Homoptera con 23.8% y Hemiptera con 17.8%, y el peso promedio consumido fue de 402.1 mg (0.5 a 1617.0). En cambio, las excretas de un individuo de la estación húmeda (n= 64) tuvo 1853.0 mg de insectos de los órdenes Coleoptera (42.5%), Hymenoptera (18.0%) y Homoptera (16.6%), y a diferencia de la estación seca incluyó al orden Psocoptera (6.5%), mientras que Orthoptera no apareció en las excretas (fig. 6b). Las diferencias en volumen consumido de cada orden entre las dos estaciones fueron significativas de acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  ( $\chi^2_c = 45.7$ , 9 g. l.,  $P < 0.05$ ).



Cuadro 5. Proporción del volumen y frecuencia de insectos en el contenido estomacal y las excretas de *Balantiopteryx plicata*.

Orden	Contenido estomacal										Excretas									
	F (n=1)		M (n=12)		A (n=1)		N (n=5)		T (n=19)		F (n=1,24)		M (n=12,67)		A (n=1,64)		N (n=2,7)		T(n=16,162)	
	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr
Ephemeroptera			13.7	33.3					8.6	21.1	18.5	100	7.9	25.0	1.2	100			7.2	31.3
Orthoptera			1.0	8.3					0.6	5.3										
Psocoptera															6.5	100			0.4	6.3
Hemiptera			9.8	66.7					6.2	42.1	12.5	100	21.2	75.0	8.6	100			17.2	68.8
Homoptera			7.3	66.7			34.6	100	13.7	68.4	13.2	100	12.0	67.0	16.6	100	100	100	23.4	75.0
Neuroptera			0.4	16.7					0.3	10.5			0.1	8.3	0.6	100			0.1	12.5
Coleoptera	50	100	13.2	83.3			33.8	100	19.8	84.2	24.5	100	29.8	100.0	42.5	100			26.5	87.5
Diptera			2.0	33.3					1.2	21.1			5.0	41.7	2.9	100			3.9	37.5
Trichoptera	50	100	3.8	33.3			23.7	80	11.2	47.4	13.5	100	3.2	33.3	3.2	100			3.5	37.5
Lepidoptera			2.8	50.0			4.5	20	3.0	36.8			0.8	16.7					0.6	12.5
Hymenoptera			46.2	91.7	100	100	3.4	20	35.4	68.4	17.8	100	20.0	91.7	18.0	100			17.2	81.3

F= febrero, M= mayo, A= agosto, N= noviembre, V= volumen, Fr= frecuencia, T= total, n= tamaño de la muestra (el primer número en excretas se refiere a número de individuos y el segundo al número de excretas).

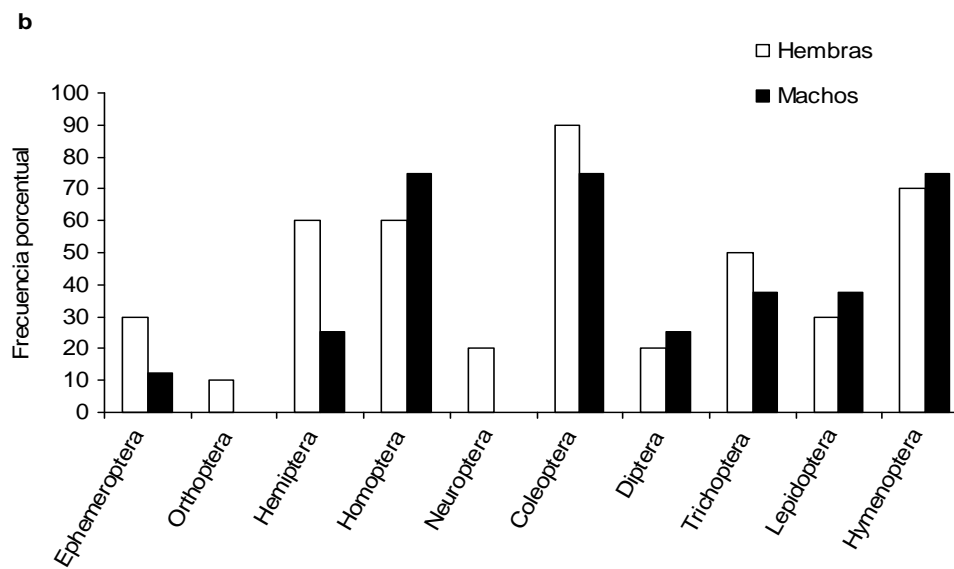
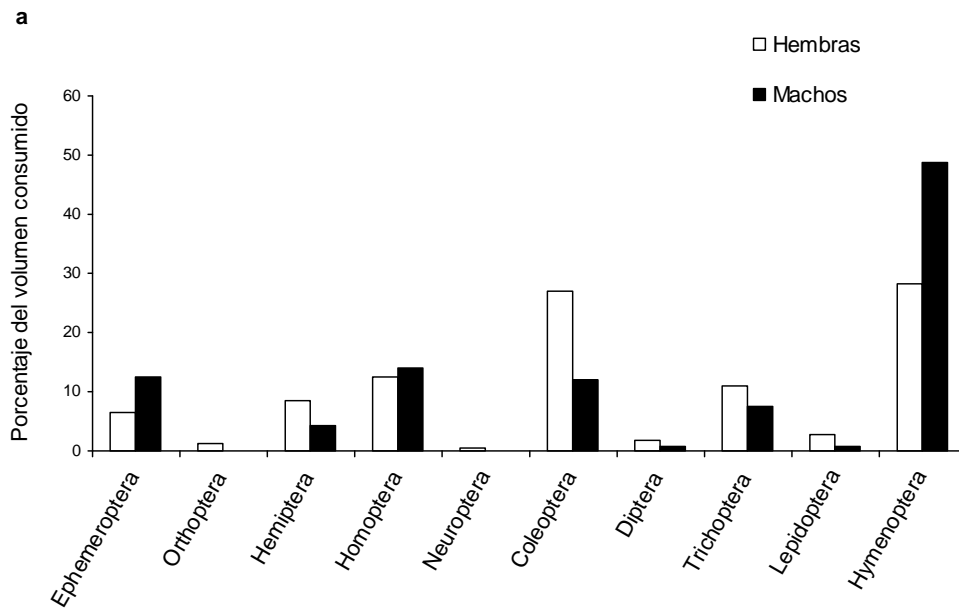


Figura 3. Órdenes de insectos encontrados en el contenido estomacal, de los machos y las hembras de *Balabtiapteryx plicata*. 3a. Porcentaje del volumen consumido y 3b. Frecuencia porcentual.

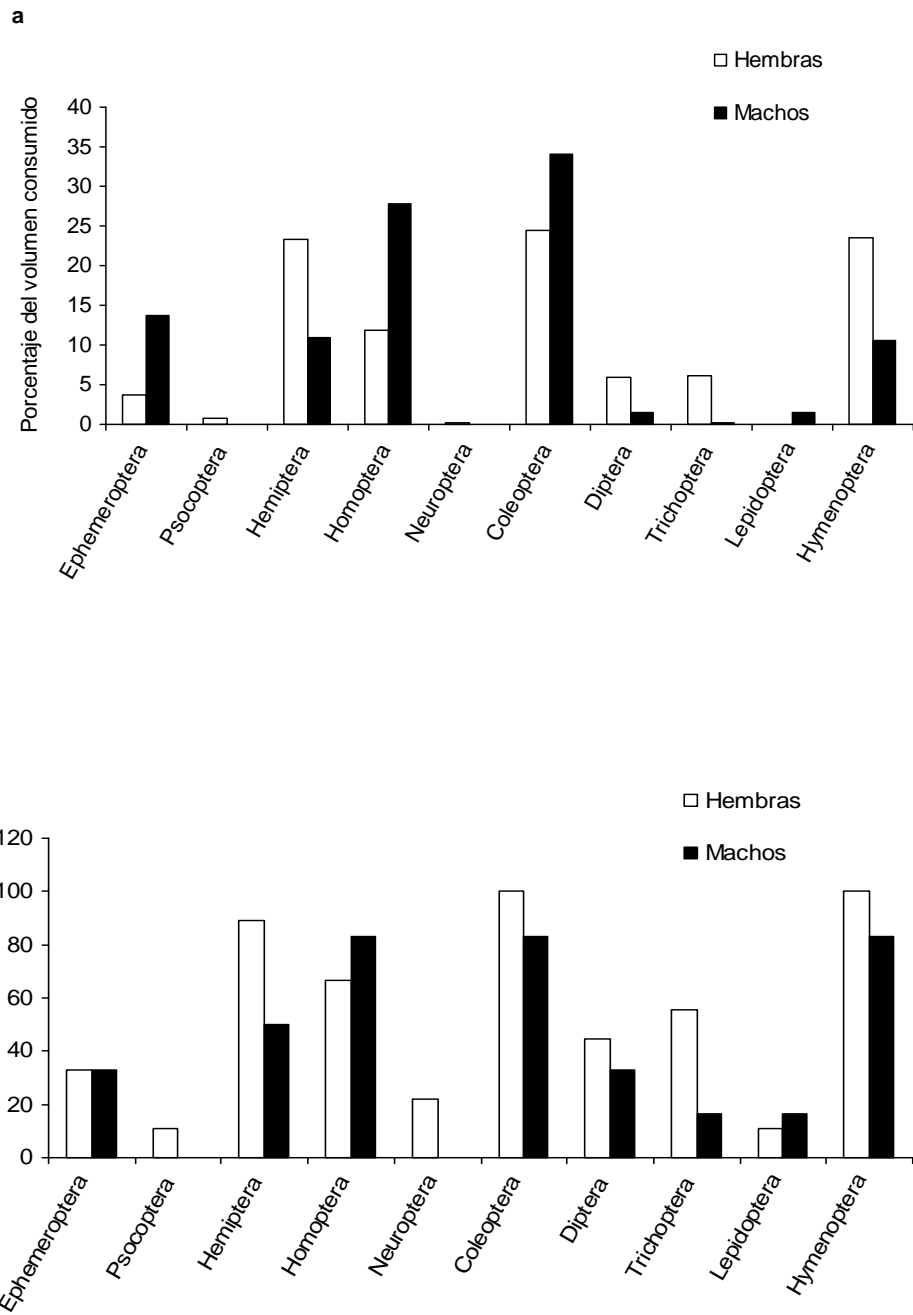


Figura 4. Órdenes de insectos encontrados en las excretas, de los machos y las hembras de *Balantiopteryx plicata*. 4a. Porcentaje del volumen consumido y 4b. Frecuencia porcentual.

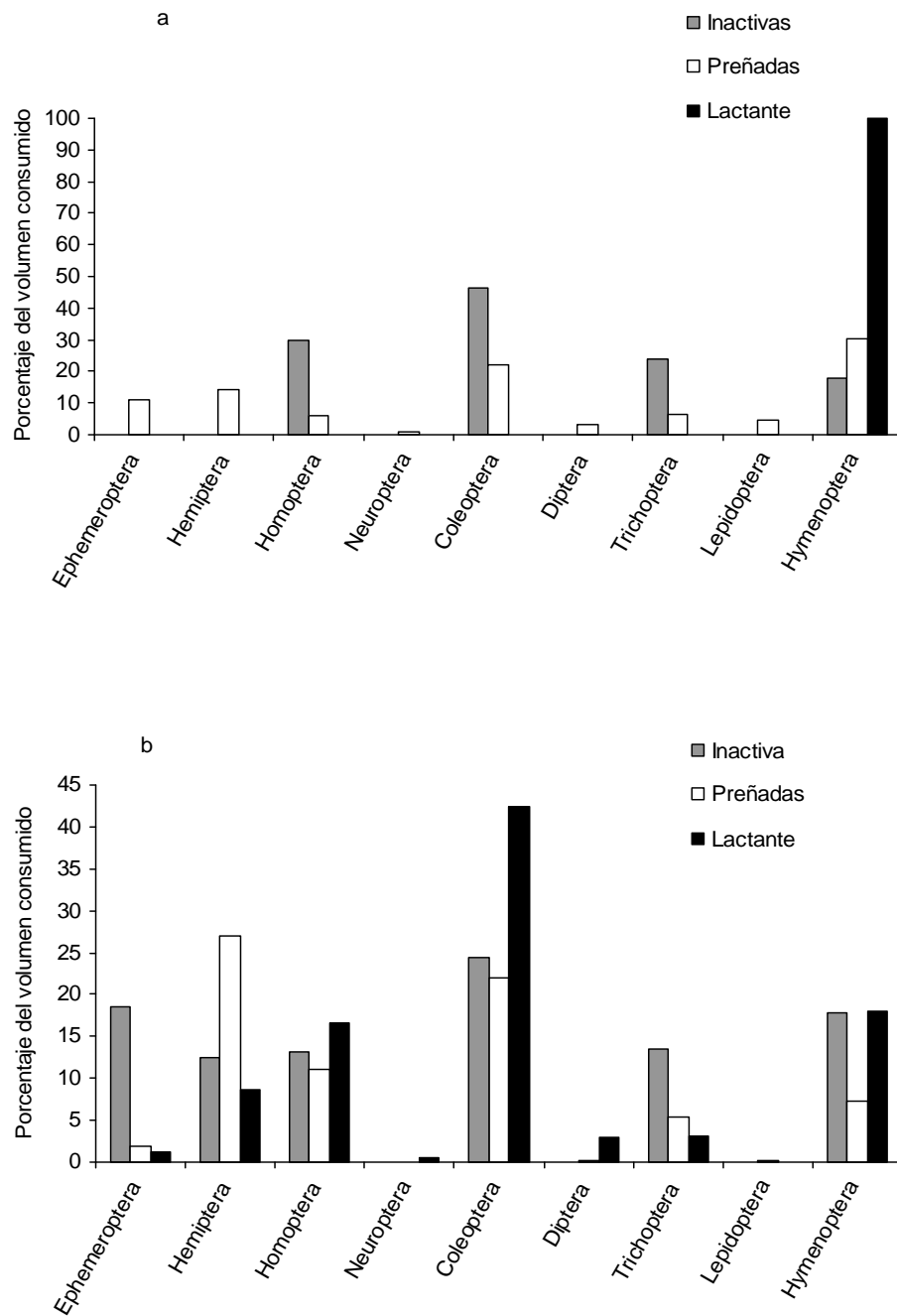


Figura 5. Órdenes de insectos encontrados en *Balantiopteryx plicata* de acuerdo a la condición reproductiva de las hembras. 5a. Contenido estomacal y 5b. Excretas.

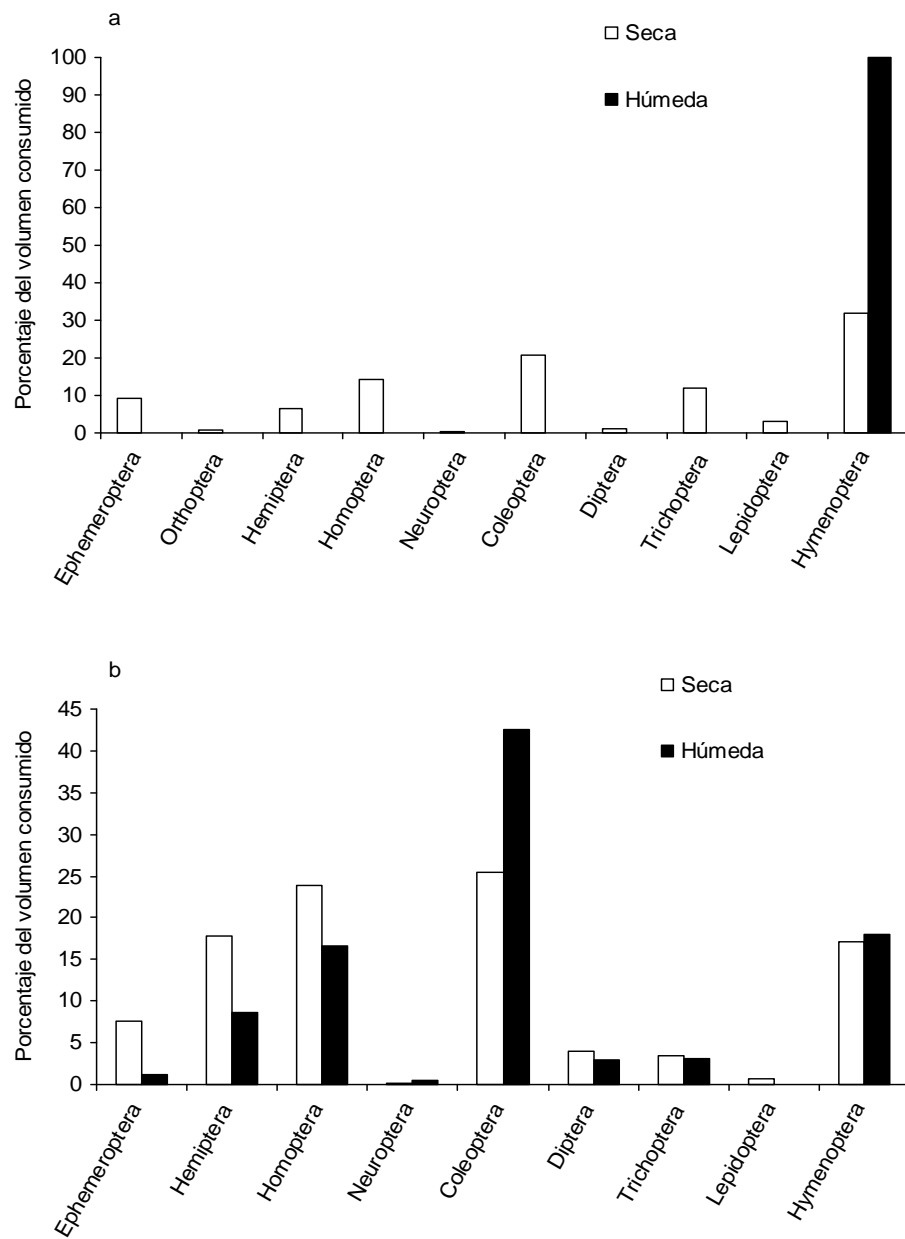


Figura 6. Órdenes de insectos encontrados en *Balantiopteryx plicata* en la estación seca y húmeda. 6a. Contenido estomacal y 6b. Excretas.

*Mormoops megalophylla*. De 19 individuos a los que se les analizó el contenido estomacal se encontraron restos de insectos sólo en 3, el orden Lepidoptera fue el mejor representado con un volumen de 95.8% (frecuencia de 100.0%), seguido por Trichoptera con 2.6% (33.3% de frecuencia) y Coleoptera con 1.7% (33.3% de frecuencia, cuadro 6). Estas diferencias fueron significativas de acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  ( $\chi^2_c = 175.3$ , 2 g. l.,  $P < 0.05$ ).

El peso total fue de 1561.0 mg, el volumen menor de 0.5 mg correspondió a un macho con testículos abdominales capturado en agosto, a las 22:10 h, y el mayor de 1168.0 mg a otro macho con testículos inguinales capturado en noviembre, a las 21:40 h.

Mientras que en 160 excretas de 9 individuos, el orden más representado fue Lepidoptera con un volumen de 81.0% (88.9% de frecuencia), seguido por Coleoptera con 8.3% (11.1% de frecuencia) y Hemiptera con 5.0% (22.2% de frecuencia, cuadro 6). Estas diferencias fueron significativas de acuerdo con la prueba de  $\chi^2$  ( $\chi^2_c = 299.5$ , 5 g. l.,  $P < 0.05$ ).

Por otra parte el volumen total encontrado fue de 7671.5 mg, la cantidad menor de 56.0 mg perteneció a un macho con testículos escrotados capturado en mayo, a las 20:15 h y el mayor de 1528.0 mg a otro macho con testículos abdominales capturado en agosto, a las 21:58 h.

*Estación del año*. El análisis del contenido estomacal demostró que en la estación seca dos individuos de *M. megalophylla* consumieron Lepidoptera con 93.6%, Trichoptera con 3.9% y Coleoptera con 2.5%, mientras que en la estación húmeda al único individuo revisado presentó un consumo de Lepidoptera (100.0%, cuadro 6). Las diferencias de consumo entre las dos estaciones fueron significativas ( $\chi^2_c = 6.9$ , 2 g. l.,  $P < 0.05$ ).

El análisis de 34 excretas correspondientes a la estación seca demostró que cuatro individuos de *M. megalophylla* consumieron Lepidoptera (57.2% de volumen, 75.0% de frecuencia), Coleoptera (18.8% de volumen, 25.0% de frecuencia) y Hemiptera (11.1% de

volumen, 50.0% de frecuencia), entre otros, mientras que en la estación húmeda cinco individuos (n= 126), consumieron solamente Lepidoptera (volumen y frecuencia de 100.0%, fig. 7). Las diferencias de consumo entre las dos estaciones fueron significativas ( $\chi^2_c = 54.5$ , 5 g. l.,  $P < 0.05$ ).

Cuadro 6. Proporción del volumen y frecuencia de insectos en el contenido estomacal y las excretas de *Mormoops megalophylla*.

Orden	Contenido estomacal						Excretas							
	A (n= 1)		N (n= 2)		T (n= 3)		F (n= 2, 24)		A (n= 5, 126)		N (n= 2, 10)		T (n= 9, 160)	
	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr
Orthoptera							10.5	50.0					2.3	11.1
Hemiptera							22.3	100.0					5.0	22.2
Coleoptera			2.5	50.0	1.7	33.3	37.5	50.0					8.3	11.1
Trichoptera			3.9	50.0	2.6	33.3	9.2	50.0					2.1	11.1
Lepidoptera	100.0	100.0	93.6	100.0	95.8	100.0	14.3	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	81.0	88.9
Hymenoptera							6.2	50.0					1.3	11.1

F= febrero, A= agosto, N= noviembre, V= volumen, Fr= frecuencia, T= total, n= tamaño de la muestra (el primer número en excretas se refiere a número de individuos y el segundo al número de excretas).



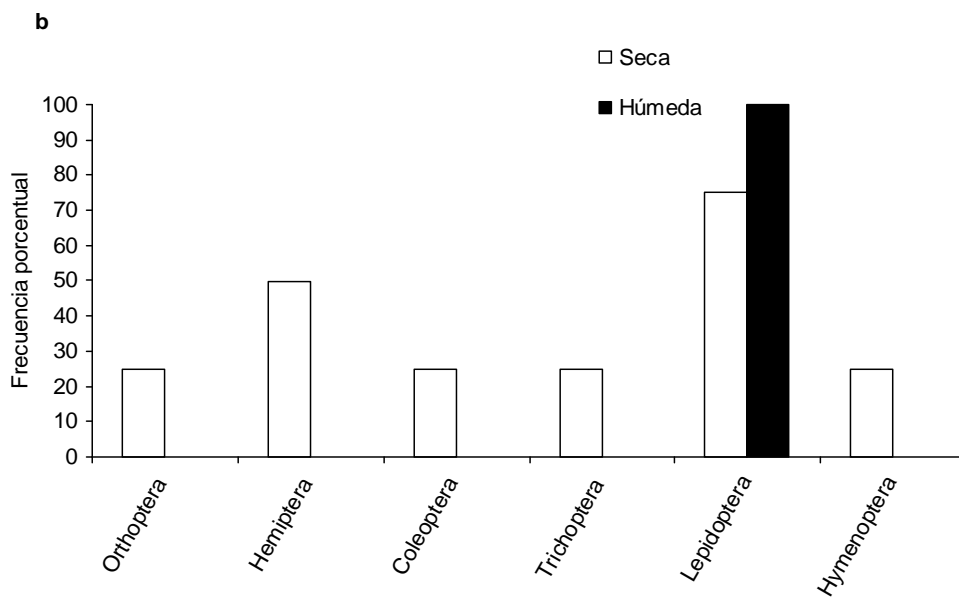
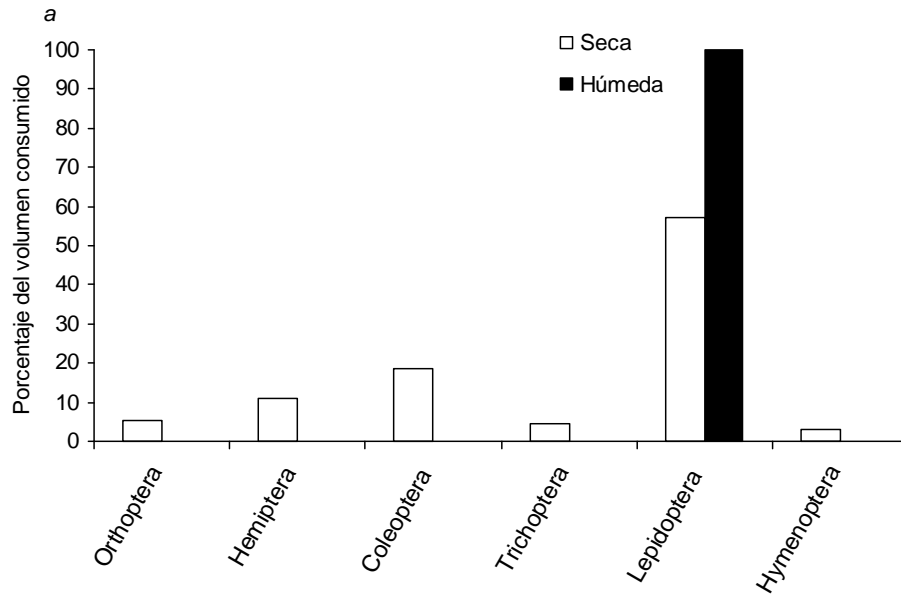


Figura 7. Órdenes de insectos encontrados en las excretas de *Mormoops megalophylla* en la estación seca y húmeda.

*Pteronotus parnellii*. Se revisó el aparato digestivo de 12 individuos y se encontraron restos de insectos en 8 de estos, de los órdenes Lepidoptera (37.1%), Hemiptera (35.3%), Coleoptera (20.2%) y Trichoptera (7.4%). Por lo que respecta a la frecuencia, el orden mejor representado fue Hemiptera con 50.0% (cuadro 7). Estas diferencias en volumen consumido de cada orden fueron significativas ( $\chi^2_c = 23.5$ , 3 g. l.,  $P < 0.05$ ). El volumen total encontrado fue de 1112.9 mg; el volumen menor (0.5 mg) y el mayor (266.9 mg) se encontraron ambos en machos adultos con testículos abdominales capturados en agosto, a las 21:45 y 22:00 h, respectivamente. En cuanto a la frecuencia, 50% de los individuos consumieron Hemiptera, 37.5% Lepidoptera y Coleoptera, y 12.5% Trichoptera, estas diferencias también fueron significativas ( $\chi^2_c = 27.6$ , 3 g. l.,  $P < 0.05$ ).

En las excretas (n=438) de 11 individuos, se encontraron restos de diez órdenes de insectos de los que Lepidoptera representó 55.4% del volumen; Coleoptera, 13.7%; Hemiptera, 8.5%; y Trichoptera, 8.2%. Con relación a la frecuencia, el orden Lepidoptera obtuvo 81.8% (cuadro 7). Las diferencias tanto en volumen como en frecuencia fueron significativas ( $\chi^2_c = 243.3$  en volumen y 165.1 en frecuencia, 9 g. l.,  $P < 0.05$ ).

El volumen total registrado fue de 13251.0 mg; el volumen menor (222.2 mg) pertenece a un macho capturado en agosto y el mayor (1720.0 mg) a otro macho con testículos abdominales, capturado en agosto a las 22:08 h.

*Sexo*. En el análisis del contenido estomacal de *P. parnellii* se encontró a una hembra con 255.0 mg de Hemiptera que representó 100.0% del consumo. En cambio, la dieta de siete machos fue más diversa, consumieron Lepidoptera (42.4%), Hemiptera (26.0%), Coleoptera (23.1%) y Trichoptera (8.4%, fig. 8a) y el volumen promedio de consumo fue de 122.6 mg (0.5 a 266.9). Las diferencias entre cada orden fueron significativas ( $\chi^2_c = 117.4$ , 3 g. l.,  $P < 0.05$ ).

Las excretas (n= 71) de dos hembras indicaron que consumieron insectos de los órdenes Lepidoptera (49.6%), Coleoptera (15.4%) y Orthoptera (13.5%), y en promedio se registró un volumen de 1104.0 mg de insectos (1069.0 a 1139.0). Mientras que nueve machos (n= 367) consumieron en mayor proporción Lepidoptera (56.9%), Coleoptera (13.3%) y Hemiptera (10.0%, fig. 8b); el volumen promedio registrado fue de 1227.0 mg de insectos (222.3 a 1720.0). Las diferencias entre cada orden fueron significativas ( $\chi^2_c= 41.3$ , 9 g. l.,  $P<0.05$ ).

*Estación del año.* El análisis del contenido estomacal demostró que en la estación seca cuatro individuos consumieron Hemiptera (70.5%), Trichoptera (14.8%), Coleoptera (12.5%) y Lepidoptera (2.3%), y en cuanto a la frecuencia, 75.0% consumieron hemípteros; el peso promedio registrado fue de 193.3 mg (88.0 a 255.0). En cambio en la estación húmeda cuatro individuos consumieron Lepidoptera (72.0%), Coleoptera (27.9%) y Hemiptera (0.1%), y en frecuencia, 75% consumieron Lepidoptera, el volumen promedio registrado fue de 85.0 mg (0.5 a 266.9, fig. 9). La prueba de  $\chi^2$  demostró que las diferencias, tanto en volumen como en frecuencia, entre las dos estaciones fueron significativas ( $\chi^2_c= 152.2$  en volumen y 107.0 en frecuencia, 3 g. l.,  $P<0.05$ ).

El análisis de las excretas (n= 205) demostró que en la estación seca cuatro individuos de *P. parnellii* consumieron en promedio 1298.0 mg de insectos de 10 órdenes, los mejor representados fueron Coleoptera (23.6%), Hemiptera (22.0%) y Trichoptera (12.0%); en cuanto a frecuencia, los órdenes Trichoptera, Coleoptera y Homoptera fueron consumidos por 100% de los individuos; mientras que en la estación húmeda, las excretas (n= 233) de siete individuos tuvieron en promedio 1203.0 mg de insectos de 6 órdenes, algunos de estos fueron Lepidoptera (83.0%), Coleoptera (8.1%) y Trichoptera (6.0%, fig. 10). La prueba de  $\chi^2$  demostró que las diferencias

entre las dos estaciones, tanto en volumen como en frecuencia, fueron significativas ( $\chi^2_{c=}$  124.7 en volumen y 176.0 en frecuencia, 9 g. l.,  $P<0.05$ ).

Cuadro 7. Proporción del volumen y frecuencia de insectos en el contenido estomacal y las excretas de *Pteronotus parnellii*.

Orden	Contenido estomacal								Excretas							
	F (n= 3)		A (n= 4)		N (n= 1)		T (n= 8)		F (n= 3, 167)		A (n= 7, 233)		N (n= 1, 38)		T (n= 11, 438)	
	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr
Ephemeroptera									2.96	66.7					0.8	18.2
Orthoptera									1.51	33.3			26.9	100.0	2.9	18.2
Hemiptera	60.6	66.7	0.1	25.0	100.0	100.0	35.3	50.0	29.3	66.7	0.7	14.3			8.5	36.4
Homoptera									5.30	100.0	2.0	42.9	8.1	100.0	3.5	81.8
Neuroptera									1.49	33.3			18.0	100.0	2.0	18.2
Coleoptera	16.7	33.3	27.9	50.0			20.2	37.5	21.20	100.0	8.1	57.1	30.9	100.0	13.7	72.7
Diptera									5.95	33.3	0.1	57.1	12.8	100.0	2.8	45.5
Trichoptera	19.7	66.7					7.4	25.0	14.70	100.0	6.1	42.9	3.3	100.0	8.2	63.6
Lepidoptera	30.3	33.3	72.0	75.0			37.1	50.0	9.39	66.7	83.0	100.0			55.4	81.8
Hymenoptera									8.16	33.3					2.2	9.1

F= febrero, A= agosto, N= noviembre, V= volumen, Fr= frecuencia, T= total, n= tamaño de la muestra (el primer número en excretas se refiere a número de individuos y el segundo al número de excretas).

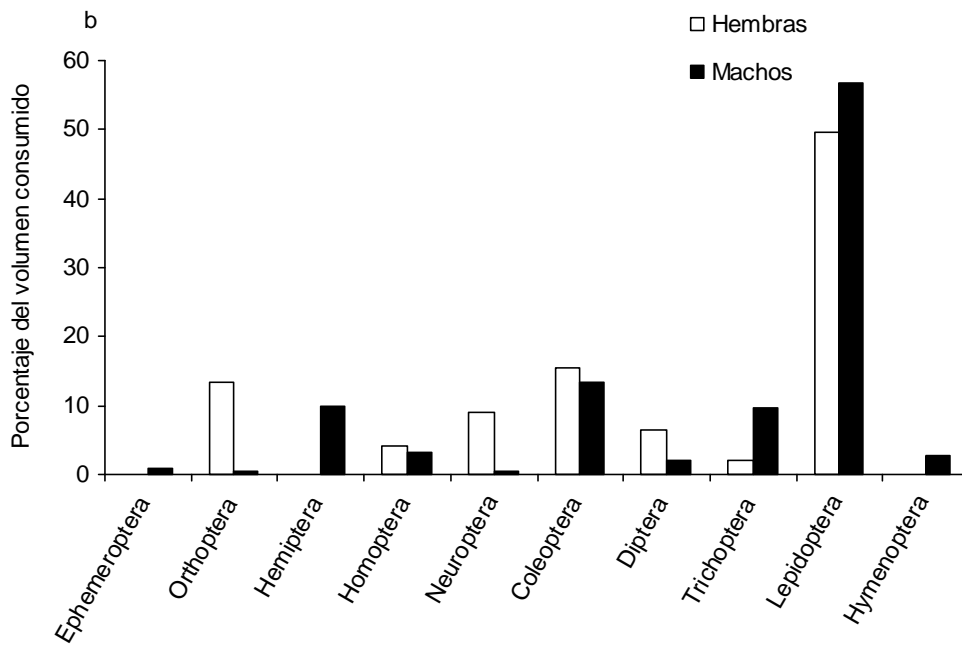
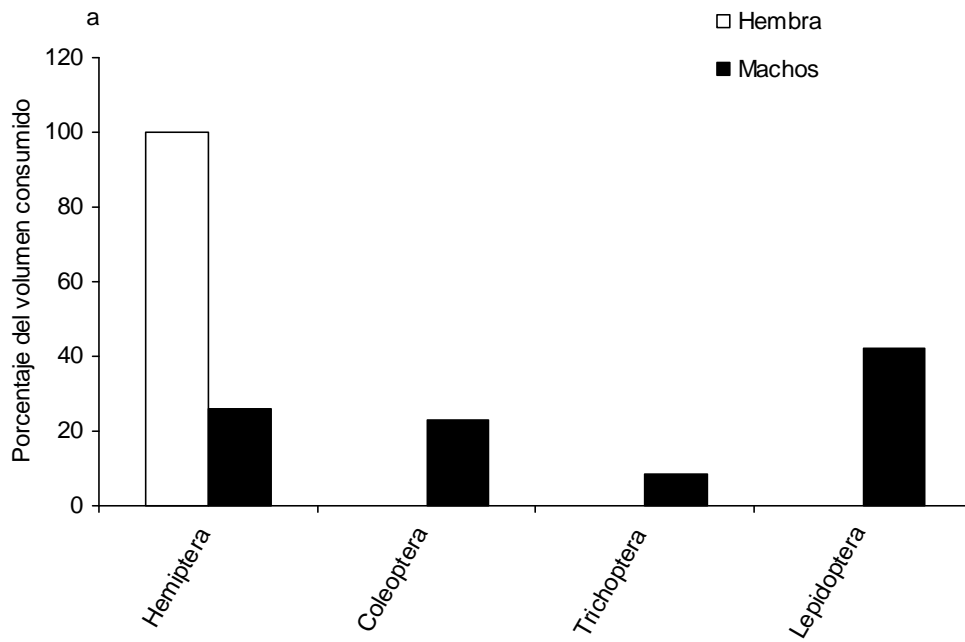


Figura 8. Órdenes de insectos encontrados en machos y hembras de *Pteronotus parnellii*. 8a. Contenido estomacal y 8b. Excretas.

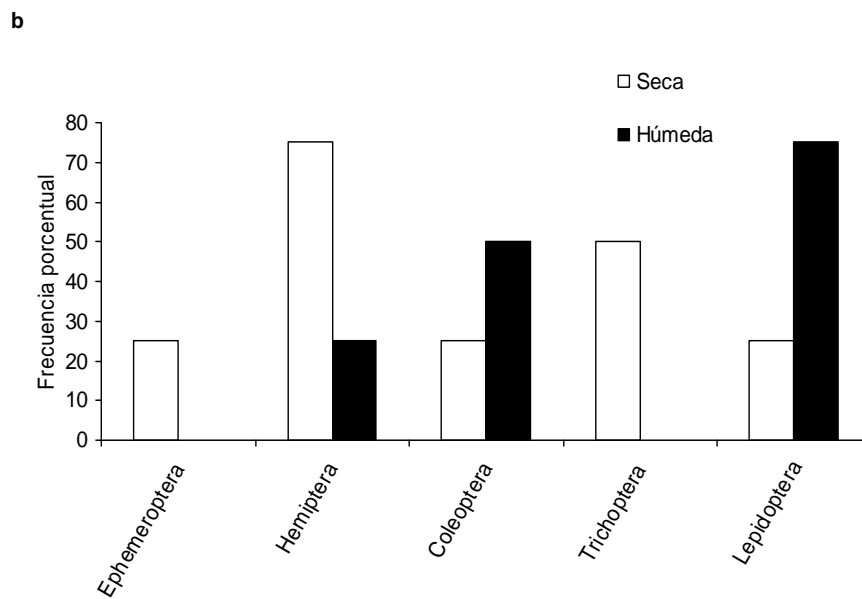
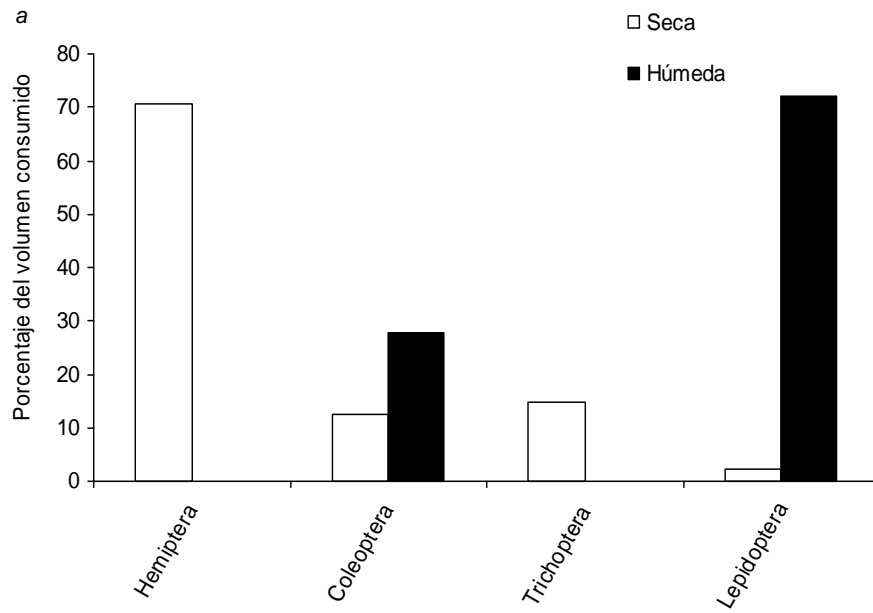


Figura 9. Órdenes de insectos encontrados en el contenido estomacal de *Pteronotus parnellii* en la estación seca y húmeda.

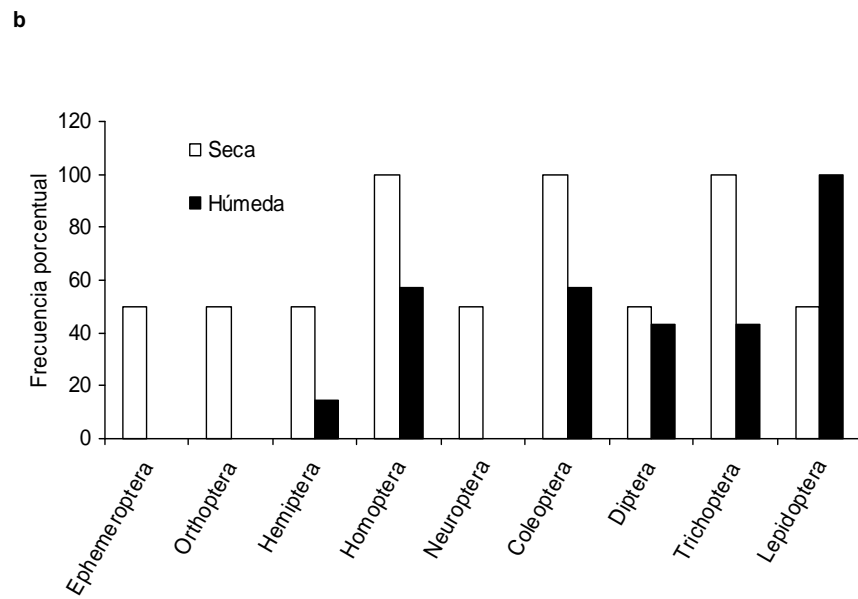
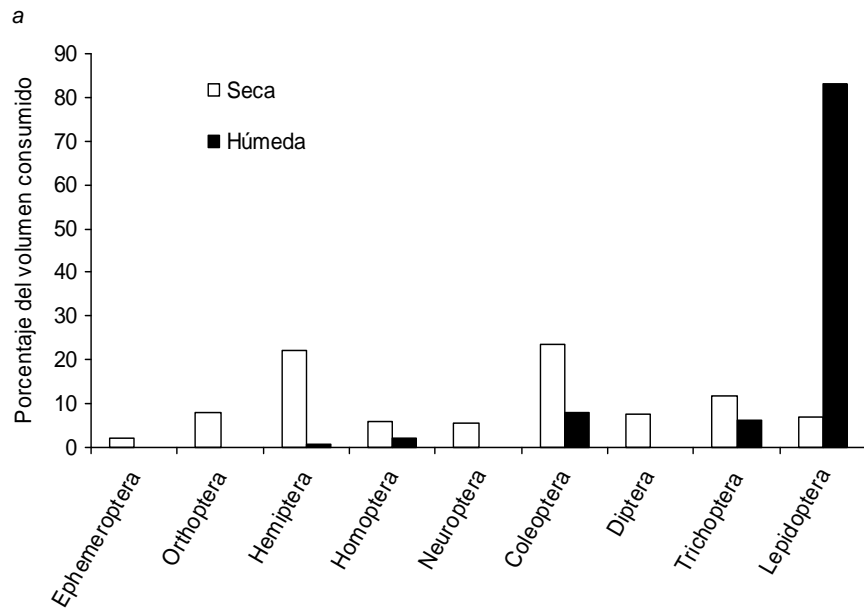


Figura 10. Órdenes de insectos encontrados en las excretas de *Pteronotus parnellii* en la estación seca y húmeda.



*Pteronotus personatus*. De 14 individuos a los que se les analizó el contenido estomacal se encontraron restos de insectos en 2, los órdenes de mayor importancia en volumen fueron Ephemeroptera (31.3%), Homoptera (18.8%), y Trichoptera, Coleoptera y Neuroptera (16.7% cada uno), todos los órdenes obtuvieron frecuencia de 50.0% (cuadro 8). Las diferencias en volumen consumido de cada orden fueron significativas ( $\chi^2_c = 8.1$ , 4 g. l.,  $P < 0.05$ ). El volumen total de insectos encontrados fue de 196.0 mg, el volumen menor (96.0 mg) se encontró en un macho con testículos abdominales capturado en noviembre y el volumen mayor (100.0 mg) en otro macho con testículos escrotados capturado en febrero, a las 22:10 h.

Por otra parte, en las excretas (n=140) de seis individuos se encontraron nueve órdenes de insectos, los más importantes en volumen fueron Ephemeroptera con 33.5%, Trichoptera con 23.4% y Coleoptera con 14.5%, el mismo orden de importancia se encontró en la frecuencia de consumo (cuadro 8). Estas diferencias, tanto en volumen como en frecuencia, fueron significativas ( $\chi^2_c = 84.6$  en volumen y 114.3 en frecuencia, 8 g. l.,  $P < 0.05$ ). El peso total encontrado fue de 3111.8 mg, el volumen menor (0.1 mg) correspondió a un macho con testículos abdominales capturado a las 19:59, y el mayor (1626.0 mg) a otro macho con testículos escrotados capturado a las 22:10 h, ambos de febrero.

*Sexo*. El análisis de las excretas (n= 106) demostró que cinco machos consumieron al menos nueve órdenes de insectos, de los cuales los mejor representados fueron Ephemeroptera (36.6%), Trichoptera (21.9%) y Diptera (10.5%), con un volumen de consumo promedio de 492.0 mg; por otra parte, en las excretas (n= 34) de una hembra se encontraron insectos de los órdenes Coleoptera (35.9%), Trichoptera (30.8%), Ephemeroptera (17.8%) y Lepidoptera (15.5%, fig. 11), con un volumen total de 652.0 mg. Las diferencias en el volumen consumido de cada orden entre los sexos fueron significativas ( $\chi^2_c = 56.7$ , 8 g. l.,  $P < 0.05$ ).

*Condición reproductiva.* Las excretas (n=62) de cuatro machos de *P. personatus* con testículos abdominales, tuvieron en promedio 208.4 mg (0.1 a 788.0) de insectos. Los órdenes consumidos en mayor volumen fueron Ephemeroptera con 39.9%, Trichoptera con 25.8% y Diptera con 9.4%. En cambio, las excretas (n= 44) de un macho con testículos escrotados tuvieron 1626.0 mg de insectos, Ephemeroptera representó 23.7%, Coleoptera 19.0% y Diptera 15.0% (fig. 12). Las diferencias en volumen consumido de cada orden entre los machos activos e inactivos fueron significativas ( $\chi^2_c = 59.6$ , 8 g. l.,  $P < 0.05$ ).

Cuadro 8. Proporción del volumen y frecuencia de insectos en el contenido estomacal y las excretas de *Pteronotus personatus*.

Orden	Contenido estomacal						Excretas	
	F (n= 1)		N (n= 1)		T (n= 2)		F (n= 6, 140)	
	V	Fr	V	Fr	V	Fr	V	Fr
Ephemeroptera			65.5	100.0	31.3	50.0	33.5	83.3
Orthoptera							4.8	16.7
Hemiptera							5.4	33.3
Homoptera			37.5	100.0	18.8	50.0	2.3	16.7
Neuroptera	33.3	100.0			16.7	50.0	1.5	16.7
Coleoptera	33.3	100.0			16.7	50.0	14.5	50.0
Diptera							8.7	33.3
Trichoptera	33.3	100.0			16.7	50.0	23.4	66.7
Lepidoptera							5.8	33.3

F= febrero, N= noviembre, V= volumen, Fr= frecuencia, T= total, n= tamaño de la muestra (el primer número en excretas se refiere a número de individuos y el segundo al número de excretas).

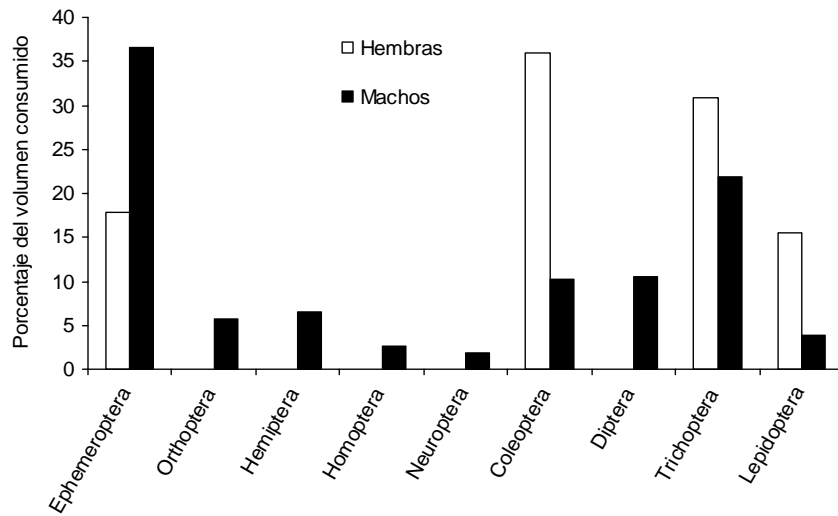


Figura 11. Órdenes de insectos encontrados en las excretas de machos y hembras de *Pteronotus personatus*.

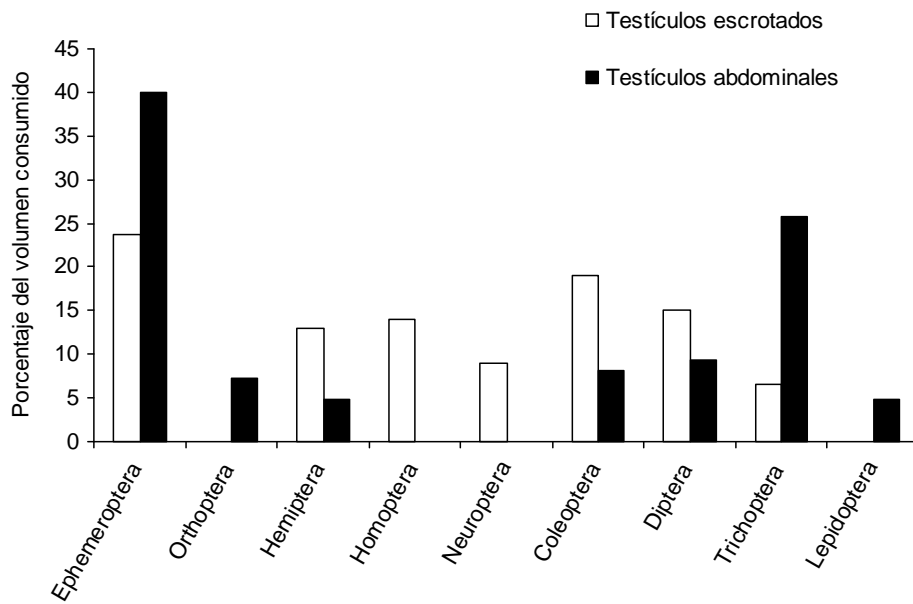


Figura 12. Órdenes de insectos encontrados en las excretas de los machos *Pteronotus personatus* de acuerdo a la condición reproductiva.

*Pteronotus davyi*. Se capturaron tres especímenes en mayo y uno en noviembre (cuadro 1), todos fueron examinados, pero sólo en un macho capturado en mayo a las 21:56 h, se encontraron fragmentos del orden Coleoptera, con un peso total de 5.0 mg en el contenido estomacal y 3.0 mg en una excreta.

*Macrotus waterhousii*. De los 7 individuos capturados se liberó uno y se revisó el aparato digestivo de los otros 6 pero en ninguno se encontró nada. Se obtuvieron 112 excretas de 4 de ellos y del espécimen liberado, los otros dos no excretaron. Se encontraron fragmentos de 7 órdenes de insectos, con peso total de 2057.5 mg. El orden mejor representado fue Orthoptera (27.6%), seguido por Lepidoptera (25.0%) y Hemiptera (20.8%). Estos tres órdenes también fueron los más importantes en frecuencia (60.0%), cabe destacar que también se encontró una semilla en un macho capturado en febrero, la cual representó 5.5 % del volumen (cuadro 9). Las diferencias en volumen y frecuencia consumidos de cada orden fueron significativas ( $\chi^2_c = 66.6$  en volumen y 73.3 en frecuencia, 7 g. l.,  $P < 0.05$ ).

*Sexo*. En las excretas (n= 97) de cuatro machos se encontró un volumen promedio de 448.9 mg de insectos (11.0 a 1049.0), los órdenes mejor representados fueron Lepidoptera con 31.3%, Hemiptera con 25.9% y Coleoptera con 17.9%, mientras que Orthoptera representó sólo 9.5% del volumen y lo consumieron 50% de los machos. En las excretas (n= 15) de una hembra, capturada a las 22:10 h, se encontraron insectos de Orthoptera con 100% (cuadro 9) y con peso total de 262.0 mg. Las diferencias en volumen consumido de cada orden entre los sexos fueron significativas ( $\chi^2_c = 165.2$ , 7 g. l.,  $P < 0.05$ ).

Cuadro 9. Proporción del volumen y frecuencia de insectos en excretas de *Macrotus waterhousii*.

Orden	Volumen (%)			Frecuencia (%)		
	F (n= 97)	N (n= 15)	T (n= 112)	F (n= 4)	N (n= 1)	T (n= 5)
Orthoptera	9.5	100.0	27.6	50.0	100.0	60.0
Hemiptera	25.9		20.8	75.0		60.0
Neuroptera	6.1		4.9	25.0		20.0
Coleoptera	17.9		14.3	50.0		40.0
Trichoptera	2.4		2.0	25.0		20.0
Lepidoptera	31.3		25.0	75.0		60.0
Hymenoptera	0.01		0.01	25.0		20.0
Semillas	6.8		5.5	25.0		20.0

F= febrero, N= noviembre, V= volumen, Fr= frecuencia, T= total, n= tamaño de la muestra (excretas en volumen y número de individuos en frecuencia).

*Molossus rufus*. Se capturó solamente un macho adulto con testículos escrotados, en febrero a las 22:30 h (cuadro 1), se analizaron 32 excretas y se encontraron 4 órdenes de insectos con peso total de 1271.0 mg, el orden mejor representado fue Orthoptera con 38.3%, seguido por Lepidoptera con 27.3%, Hemiptera con 21.6% y Coleoptera con 12.4%.

*Myotis velifer*. Se revisó el aparato digestivo de 5 individuos y no se encontraron restos de insectos. Se examinaron 18 excretas de seis individuos y se encontraron ocho órdenes de insectos con un volumen total de 3010.9 mg. El orden Trichoptera fue el mejor representado con 20.7%, seguido por Hemiptera con 16.7% y Coleoptera con 19.4%. Con relación a la frecuencia los órdenes mejor representados fueron Trichoptera con 50.0% y Coleoptera con 50.0%, seguidos por Homoptera con 33.3% e Hymenoptera con 33.3% (cuadro 10). Las diferencias entre cada orden,

tanto en volumen como en frecuencia, fueron significativas ( $\chi^2_c = 30.7$  en volumen y 52.3 en frecuencia, 7 g. l.,  $P < 0.05$ ).

*Estación del año.* Un individuo capturado en la estación seca consumió únicamente Hymenoptera con 100.0% y peso total de 10.9 mg. En la estación húmeda, las excretas (n= 16) de cinco individuos tuvieron principalmente Trichoptera con 24.9%, Coleoptera con 23.3% y Homoptera con 13.5% (cuadro 10), con un peso promedio de 600.0 mg (94.0 a 1352.0). Las diferencias de consumo entre las dos estaciones fueron significativas ( $\chi^2_c = 189.1$ , 7 g. l.,  $P < 0.05$ ).

Cuadro 10. Proporción del volumen y frecuencia de insectos en excretas de *Myotis velifer*.

Orden	Volumen (%)			Frecuencia (%)		
	M (n= 2)	A (n= 16)	T (n= 18)	M (n= 1)	A (n= 5)	T (n= 6)
Hemiptera		20.0	16.7		20.0	16.7
Homoptera		13.5	11.2		40.0	33.3
Neuroptera		6.8	5.7		20.0	16.7
Coleoptera		23.3	19.4		60.0	50.0
Diptera		6.1	5.1		20.0	16.7
Trichoptera		24.9	20.7		60.0	50.0
Lepidoptera		2.7	2.2		20.0	16.7
Hymenoptera	100.0	2.8	19.0	100.0	20.0	33.3

M= mayo, A= agosto, V= volumen, Fr= frecuencia, T= total, n= tamaño de la muestra (excretas en volumen y número de individuos en frecuencia).

*Rhogeessa parvula.* En 26 excretas de una hembra inactiva capturada en febrero (cuadro 1) a las 21:58 h, se identificaron restos de 6 órdenes de insectos con peso total de 116.1 mg, los mejor representados fueron Coleoptera con 96.1% y Psocoptera con 3.0%, mientras que Homoptera, Hemiptera, Ephemeroptera y Trichoptera representaron juntos menos de 1.0%.

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1. Comunidad de murciélagos insectívoros del PNGC

Durante el trabajo de campo se capturaron nueve especies de murciélagos insectívoros, una de la familia Emballonuridae (*Balantiopteryx plicata*), cuatro de Mormoopidae (*Mormoops megalophylla*, *Pteronotus parnellii*, *P. personatus* y *P. davyi*), una de Phyllostomidae (*Macrotus waterhousii*), una de Molossidae (*Molossus rufus*) y dos de Vespertilionidae (*Myotis velifer* y *Rhogeessa parvula*, cuadro 1). Siete de las especies fueron reportadas previamente para el PNGC (CONANP, 2006), mientras que *Molossus rufus* y *Rhogeessa parvula* representan nuevos registros.

Por otra parte, las especies insectívoras *Mycronictoris megalotis* (Phyllostomidae), *Lasiurus cinereus* (Vespertilionidae), *Eptesicus fuscus* (Vespertilionidae), *Natalus stramineus* (Natalidae) y *Tadarida brasiliensis* (Molossidae) que se habían reportado previamente para esta zona (CONANP, 2006), no se capturaron. Esto puede deberse a diversos factores, por ejemplo, las especies de las familias Molossidae y Vespertilionidae son difíciles de capturar con redes de niebla (Moreno y Halffter, 2001), también se ha reportado que *L. cinereus* es una especie solitaria o que forma colonias de muy pocos individuos si no están en la época de apareamiento, por lo que la probabilidad de capturarla se reduce, o porque presentan un comportamiento migratorio (Shump y Shump, 1982). *Eptesicus fuscus* y *T. brasiliensis* también realizan migraciones (Wilkins, 1989; Kurta y Baker, 1990), por lo que pudieron no estar presentes en los días de muestreo, o bien refugiarse y volar lejos de las localidades de trabajo. Convendría realizar más estudios principalmente en los diferentes refugios para establecer la presencia o ausencia de estas especies en el PNGC. Tomando en cuenta las especies capturadas y las reportadas previamente,

la diversidad de murciélagos insectívoros en el PNGC es de por lo menos trece especies. Esto es menor a la diversidad de la sierra de Taxco, en donde se han reportado 18 especies (Leon y Romo, 1993), pero similar a la de la Reserva Sierra de Huautla, Morelos, con 14 especies insectívoras (Sánchez-Hernández y Romero-Almaraz, 1995).

El mes en el que se obtuvo la mayor abundancia de murciélagos insectívoros (n= 37) pero la menor diversidad de especies (n= 5) fue agosto, que correspondió a la estación de humedad, mientras que febrero fue el mes en que se obtuvo la menor abundancia (n= 20) pero la mayor diversidad (n= 7) y correspondió a la estación seca (cuadro 1). Se ha reportado previamente que en selvas bajas caducifolias la mayor abundancia de algunas especies de murciélagos se encuentra en la estación húmeda (Sánchez-H. *et al*, 2002; Stoner, 2002).

Las especies capturadas en todos los muestreos fueron *B. plicata* (n=21), *M. megalophylla* (n=29) y *P. parnellii* (n=14). Como se había esperado, estas especies fueron las más abundantes, pero también se capturó un número significativo de *P. personatus* (n=15) y de *M. velifer* (n=20). El mayor número de capturas para *Myotis velifer* se obtuvo en agosto (cuadro 1) y se sabe que su presencia en el parque es estacional (CONANP, 2006), siendo más abundante en la estación de humedad. Este comportamiento es común para la especie, la cual se ha encontrado en condiciones semejantes en el estado de Morelos (Orozco, 2007). Por otra parte, se ha reportado que especie se captura comúnmente a las orillas de los ríos (Norberg y Rayner, 1987; Orozco, 2007), como ocurrió en este trabajo.

Aunque este estudio está delimitado al PNGC, los murciélagos forrajean también fuera de los límites de éste; así, la localidad 5 que no se encuentra dentro del parque se incluyó en el estudio porque en ese periodo no se capturó ningún *B. plicata* en las redes, pero si se encontraron varios individuos en cuartos que funcionaban de bodega, y dada la cercanía de la localidad se



consideró para completar la información de la dieta. Por otra parte, se ha reportado que *B. plicata* se aleja de su refugio diurno hasta 20 km para buscar su alimento y que emplean refugios nocturnos alternos para digerirlo (López-Forment, 1979).

## 7.2. Dieta de las especies de murciélagos insectívoros en el PNGC

En general, los órdenes mejor representados en las excretas de los murciélagos insectívoros del parque fueron: Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Homoptera, Trichoptera e Hymenoptera. Estos órdenes también fueron los más abundantes en las trampas de luz, con excepción de Hemiptera (1.6%) e Hymenoptera (0.8%), mientras que Diptera representó 49.8% en las trampas de luz y sólo 3.2% en la dieta de los murciélagos, lo que pudo deberse a que estos insectos son muy blandos y son digeridos casi por completo. Los órdenes Psocoptera y Neuroptera que fueron consumidos en pequeñas cantidades por los murciélagos no se capturaron en las trampas de luz, lo que pudo deberse a que eran poco abundantes en la zona y en el tiempo de muestreo, o a que presentan fototropismo negativo, aunque no se encontró literatura que apoye esta última idea.

Durante la estación seca, *B. plicata*, *M. megalophylla* y *P. parnellii* consumieron mayor diversidad de órdenes de insectos con relación a la estación húmeda (fig. 6). Esto coincide con la disminución en la disponibilidad de presas, porque en las trampas de luz se encontró un menor número de insectos en la estación seca, este patrón se ha reportado previamente para ambientes con una estacionalidad bien marcada de sequía y humedad (Pescador-Rubio *et al.*, 2002). Debido a que en la estación seca la abundancia es menor, los murciélagos consumen presas alternativas que no consumen en la estación húmeda. En cuanto a la diversidad en las trampas de luz, esta fue similar en cada periodo de muestreo (9 o 10 órdenes).

Durante este estudio se encontró que varios individuos de algunas especies tuvieron vacío el aparato digestivo y no excretaron como es el caso de *M. megalophylla*, *P. personatus*, *P. davyi*, *M. waterhousii* y *M. velifer*, posiblemente la actividad de estos murciélagos en el PNGC comience más tarde, por lo que aún no se habían alimentado cuando se capturaron.

*Balantiopteryx plicata* consumió once órdenes de insectos, los de mayor volumen fueron Hymenoptera, Coleoptera, Homoptera, Hemiptera y Trichoptera. Este estudio reporta por primera vez a Ephemeroptera, Orthoptera, Psocoptera, Homoptera, Neuroptera, Trichoptera y Lepidoptera como parte de la dieta de *B. plicata*. En estudios previos se reportó para cuatro individuos de Guerrero que consumieron himenópteros, coleópteros y hemípteros (López-Forment, 1979). Por otra parte, se ha encontrado que consumen comúnmente dípteros (Bradbury y Vehrencamp, 1976), aunque estos representaron menos de 4% del volumen en este trabajo, lo que se debe a que son insectos muy blandos y son digeridos casi por completo, lo que hace difícil su identificación en el contenido estomacal y en las excretas.

Los órdenes Coleoptera (en excretas) e Hymenoptera (en contenido estomacal) fueron consumidos en mayor proporción por ambos sexos. En las hembras otros órdenes bien representados fueron Hemiptera y Homoptera, y a diferencia de los machos, consumieron Neuroptera, Psocoptera y Orthoptera, mientras que en los machos los Ephemeroptera fueron de los insectos más representados en su dieta. Se ha reportado que esta especie muestra territorialidad en sus áreas de alimentación cuando la abundancia de alimento disminuye, pero que no existe segregación espacial de sexos (López-Forment, 1979), sin embargo, se podría pensar que en el PNGC los machos forrajearon más cerca de cuerpos de agua que las hembras, porque las ninfas de los efemerópteros son acuáticas y se esperaría que los adultos se encontraran cerca

(McGavin, 2002), además Ephemeroptera fue consumido en mayor proporción en la estación seca (cuadro 5) cuando la abundancia de insectos disminuyó.

El consumo de Lepidoptera y Coleoptera por *Mormoops megalophylla* ya ha sido reportado por otros autores (Easterla y Whitaker, 1972; Boada *et al.*, 2003; Corado, 2003), mientras que los órdenes Hemiptera, Trichoptera, Orthoptera e Hymenoptera no se habían reportado; y Dermaptera y Diptera que se han citado en otros estudios (Boada *et al.*, 2003) no se encontraron en este trabajo.

*Pteronotus parnellii* se alimentó principalmente de coleópteros y lepidópteros, que ya habían sido reportados previamente (Whitaker y Findley, 1980; Herd, 1983; Corado, 2003), pero se encontró a Neuroptera, Ephemeroptera, Homoptera, Hemiptera y Trichoptera por primera vez como parte de la dieta de esta especie. Orthoptera, Diptera, Odonata e Himenoptera que se han reportado antes (Silva-Taboada, 1979), no se encontraron en este trabajo.

A pesar de que se encontró que los machos de esta especie consumieron una mayor diversidad de insectos (cuatro órdenes) que las hembras (sólo un orden), esto se debe en realidad a que el número de murciélagos analizados de cada sexo fue muy diferente (siete machos y una hembra). Los volúmenes mínimo y máximo se encontraron en machos con testículos abdominales capturados entre las 21:45 (0.5 mg) y las 22:08 (1720.0 mg) y las diferencias pueden deberse a la hora de captura y a la habilidad de los individuos para capturar a sus presas.

*Pteronotus personatus* se alimentó de nueve órdenes de insectos y difiere de las otras especies de Mormoopidae en que prefirió a Ephemeroptera y no a Lepidoptera, lo que puede indicar que esta

especie forrajea en lugares muy distintos de las otras especies de mormópidos. Hasta donde se sabe, este trabajo reporta por primera vez la dieta de esta especie. Para esta especie, la única hembra analizada estaba preñada y consumió un mayor volumen de insectos que los machos y el orden de mayor importancia fue Coleoptera, mientras que en los machos fue Ephemeroptera.

De los cuatro especímenes capturados de *Pteronotus davyi*, sólo uno excretó, a pesar de que todos se mantuvieron en bolsas de manta toda la noche, a partir de las 22:00 y 22:30 h en que fueron capturados. Se ha reportado que los individuos de esta especie son más activos cerca de las 20:15 a 20:30 h (Bateman y Vaughan, 1974; Corado, 2003). Posiblemente su actividad en el PNGC es distinta o bien sus presas fueron escasas. En la excreta y en el contenido estomacal del mismo individuo se encontró a Coleoptera, que ya ha sido reportado previamente, pero se sabe que consume también lepidópteros, homópteros, hemípteros (Corado, 2003; Orozco, 2007), dípteros y dermápteros (Adams, 1989).

*Macrotus waterhousii* mostró preferencia por ortópteros y lepidópteros que ya habían sido reportados previamente junto con Coleoptera (Villa-R., 1966; Anderson, 1969). Se reporta por primera vez a Neuroptera, Trichoptera e Hymenoptera como parte de la dieta de esta especie. El orden Odonata que había sido reportado por Villa-R. (1966) no se encontró en este caso. También se encontró una semilla que apoya las observaciones citadas de Anderson (1969) y Freeman (2000) que han considerado a esta especie como parcialmente frugívora. *M. waterhousii* se clasifica como insectívora aérea, de sustrato o de follaje (Wilson, 1973; Freeman, 2000) y su preferencia por Orthoptera se favorece porque los individuos de este orden con frecuencia no

tienen las alas bien desarrolladas o vuelan muy cerca del suelo (McGavin, 2002), y los murciélagos pueden capturarlos directamente.

Resulta interesante que no se capturó ningún individuo de *M. waterhousii* en la estación húmeda (cuadro 1), ni ningún individuo de Orthoptera (cuadro 2), y aunque la presencia de ortópteros varía de acuerdo a la estación del año, se ha citado que su abundancia puede disminuir en la estación de lluvias (Pescador-Rubio *et al.*, 2002). La abundancia de *M. waterhousii* varía a lo largo del año y es posible que lleve a cabo movimientos migratorios (Anderson, 1969) siguiendo patrones de desplazamiento de acuerdo a la abundancia de presas.

*Molossus rufus* consumió insectos de Orthoptera, Lepidoptera, Hemiptera y Coleoptera, y todos estos habían sido reportados previamente en distintos trabajos (Fenton *et al.*, 1998; Aguirre *et al.*, 2003; Corado, 2003). Sin embargo, no se encontraron odonatos (Fenton *et al.*, 1998; Aguirre *et al.*, 2003), dípteros (Fenton *et al.*, 1998) ni himenópteros previamente citados (Pine, 1969; Howell y Burch, 1974; Fenton *et al.*, 1998). El orden Coleoptera se había reportado como la principal fuente de alimento (Howell y Burch, 1974; Fenton *et al.*, 1998), pero en este estudio fue el menos consumido a pesar de que fue de los órdenes más abundantes en las trampas de luz en febrero, el mes en el que se capturó a la especie. Esta especie se considera como insectívora aérea (Wilson, 1973), pero la proporción de ortópteros que consumieron permite suponer que ocasionalmente se comporta como insectívoro de sustrato o de follaje.

*Myotis velifer* consumió principalmente Trichoptera, aunque se ha encontrado que su alimentación está dominada por insectos altamente esclerotizados como coleópteros (Ross, 1967; Kunz, 1974; Freeman, 1981). Se reporta por primera vez el consumo de himenópteros y en cambio, los

órdenes Orthoptera y Siphonaptera que habían sido reportados previamente no se encontraron (Kunz, 1974). En la estación seca, *M. velifer* consumió insectos de Hymenoptera mientras que en la estación húmeda se alimentó de ocho órdenes de insectos, de los cuales, los de mayor proporción fueron Trichoptera, Coleoptera y Hemiptera, los cuales también fueron de los insectos más abundantes en las trampas de luz en dicho periodo. Se considera a esta especie como oportunista, debido a que sigue un patrón de actividad temporal de acuerdo con los parches de humedad, por lo que su dieta varía con la estación y el hábitat (Fenton y Morris, 1976; Fitch *et al.*, 1981; Orozco, 2007). El aumento en la abundancia de murciélagos capturados de esta especie durante la estación de lluvias y la abundancia en las trampas de luz de los insectos consumidos parecen confirmar lo anterior.

*Rhogeessa parvula* consumió principalmente insectos de cuerpo altamente esclerotizado como Coleoptera, y en menor cantidad, Psocoptera, Homoptera, Hemiptera, Ephemeroptera y Trichoptera. No se encontraron antecedentes acerca de su dieta. Al igual que para *M. velifer*, se ha observado que *R. parvula* sigue patrones de actividad temporal y que es más activa en la estación de lluvias (Orozco, 2007), en este estudio sólo se capturó un individuo en febrero.

### 7.3. Influencia de la condición reproductiva en la dieta

En este estudio las hembras de *B. plicata* consumieron mayor cantidad de insectos que los machos, lo que pudo deberse a que las demandas energéticas fueron distintas, porque la mayoría de las hembras estaban preñadas. Los pesos más bajos de consumo correspondieron a dos machos, ambos con testículos abdominales (14.5 y 0.5 mg), mientras que las hembras tuvieron los valores más altos, una de estas estaba preñada (3248.0 mg en contenido estomacal) y la otra

estaba lactando (1853.0 mg en excretas), a pesar de que los cuatro individuos se capturaron a una hora similar (20:00 a 22:00 h).

En el contenido estomacal de *B. plicata* se encontró que las hembras preñadas consumieron una mayor cantidad de insectos (promedio 1236.3 mg) que las hembras inactivas (promedio: 335.7 mg) y la lactante (47.0 mg); mientras que el análisis de excretas demostró que la hembra lactante se alimentó más (1853.0 mg) que la inactiva (1617.0 mg) y las preñadas (promedio: 482.4 mg). Lo que puede significar que la hembra lactante se alimentó antes por lo que ya había realizado la digestión, esto podría explicar también el porqué se encontraron más órdenes de insectos en las excretas y sólo uno en el contenido estomacal, aún así, tanto la hembra lactante como las preñadas consumieron más que las inactivas, lo que refleja sus demandas energéticas (Kunz, 1974).

En *P. personatus* los machos reproductivamente activos consumieron un mayor volumen de insectos que los machos inactivos (1626.0 vs 208.4 mg). En *M. waterhousii* todos los machos tuvieron los testículos escrotados y consumieron en promedio más cantidad de insectos que una hembra inactiva (cuadro 8). Se ha reportado que el consumo máximo de alimento ocurre durante los periodos de preñez y lactancia en las hembras, así como durante la espermatogénesis en los machos (Kunz, 1974).

Los resultados obtenidos sobre la dieta de las nueve especies de murciélagos capturados, indican que en el PNGC se genera una repartición de recursos alimentarios que permiten su coexistencia. En general, *Balantiopteryx plicata* fue la única especie en la que los himenópteros fueron de gran importancia en su dieta; *Mormoops megalophylla* y *Pteronotus parnellii* prefirieron casi por completo a lepidópteros; *P. personatus* fue la única especie en la cual los efemerópteros

representaron el mayor volumen; *Macrotus waterhousii* y *Molossus rufus* prefirieron ortópteros; *Myotis velifer* trichópteros y *Rhogeessa parvula* coleópteros.

Las diferencias en la dieta encontradas en este trabajo con lo que se ha reportado para cada una de las especies, se puede explicar por la distribución geográfica, pues en cada región la abundancia y diversidad de insectos cambia de acuerdo con las características ambientales, climáticas, topográficas y florísticas, entre otras, y se ha comprobado incluso que la dieta de una especie puede variar entre noches (Whitaker *et al.*, 1996; Debelica *et al.*, 2006).

Es importante señalar que los resultados en la dieta y la abundancia de insectos dependen de las condiciones del muestreo tales como la hora y tiempo de trabajo, la altura a la que se colocan las redes o trampas de luz, la cercanía a cuerpos de agua, la altitud y la densidad de la vegetación, entre otras, por lo que los resultados obtenidos en este estudio están limitados a estas variables.

En este estudio, la abundancia de insectos coincidió con la abundancia de murciélagos, que fue en el mes de agosto, correspondiente a la estación húmeda. El empleo de trampas de luz es limitado para establecer la disponibilidad de presas para los murciélagos, porque su efectividad se ve influenciada por la cantidad de luz provocada por las fases de la luna y por el grado de fototropismo de cada insecto, e incluso algunos de ellos son repelidos por la luz (Kunz, 1988; McGavin, 2002). Aunque este método sirve como referencia de los índices de diversidad relativa y de biomasa de los insectos colectados en cierto tiempo y espacio, y son comparables con la abundancia de los murciélagos insectívoros del mismo lugar (Black, 1974; Richards, 1989; Whitaker *et al.*, 1999).

Finalmente, se debe tomar en cuenta para el análisis de la dieta la digestión diferencial de los insectos, porque aquellos de cuerpo blando como dípteros y efemerópteros con frecuencia



están subestimados en la dieta de los murciélagos, sobre todo en el análisis de excretas, porque son digeridos casi por completo, a diferencia de los insectos de cuerpo altamente esclerotizado como coleópteros y hemípteros, de los cuales se pueden encontrar restos de apéndices u otros fragmentos fácilmente identificables (Kunz y Whitaker, 1983).

## 8. CONCLUSIONES

1) En el PNGC se distribuyen por lo menos trece especies de murciélagos insectívoros: *Balantiopteryx plicata*, *Mormoops megalophylla*, *Pteronotus parnellii*, *Pteronotus personatus*, *Pteronotus davyi*, *Macrotus waterhousii*, *Mycronicteris megalotis*, *Molossus rufus*, *Myotis velifer*, *Rhogeessa parvula*, *Lasiurus cinereus*, *Eptesicus fuscus*, *Natalus stramineus* y *Tadarida brasiliensis*

2) *Molossus rufus* y *Rhogeessa parvula* representan nuevos registros para el PNGC.

3) Los murciélagos insectívoros del PNGC consumen por lo menos once órdenes de insectos, de los cuales los de mayor importancia en la dieta fueron: Lepidoptera (27.6%), Coleoptera (20.3%), Hemiptera (12.0%) y Homoptera (8.8%), órdenes que fueron también los más abundantes en las trampas de luz.

4) Se reporta por primera vez la dieta de *Pteronotus personatus* y de *Rhogeessa parvula*. *P. personatus* consumió nueve órdenes de insectos, de los cuales los de mayor volumen fueron Ephemeroptera, Homoptera, Trichoptera, Coleoptera y Neuroptera; mientras que *R. parvula* consumió seis órdenes, de los cuales Coleoptera fue el mejor representado.

5) Se reporta por primera vez a Ephemeroptera, Orthoptera, Psocoptera, Homoptera, Neuroptera, Trichoptera y Lepidoptera como parte de la dieta de *B. plicata*; a Hemiptera, Trichoptera, Orthoptera e Hymenoptera para *M. megalophylla*; a Neuroptera, Ephemeroptera, Homoptera ,

Hemiptera y Trichoptera para *P. parnellii*; a Neuroptera, Trichoptera e Hymenoptera para *M. waterhousii*; y a Hymenoptera para *M. velifer*.

6) Los individuos activos sexualmente en general consumen más alimento que los individuos inactivos porque la reproducción demanda mayor cantidad de energía.

7) En la estación seca *B. plicata*, *M. megalophylla* y *P. parnellii* consumieron más órdenes de insectos que en la estación húmeda. *M. waterhousii* se capturó sólo en la estación seca al igual que los ortópteros, sus principales presas; y *M. velifer* fue abundante en la estación húmeda igual que los insectos.

8) Como se observó a través de este trabajo, hay diferencias en la dieta entre las nueve especies de murciélagos insectívoros lo que permite explicar su coexistencia.

## LITERATURA CITADA

- Adams, J. K. 1989. *Pteronotus davyi*. *Mammalian Species* 346:1-5.
- Adams, R. A. 1996. Size-specific resource use in juvenile little brown bats, *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae): Is there an ontogenetic shift? *Canadian Journal of Zoology* 74:1204-1210.
- Adams, R. A. 1997. Onset of volancy and foraging patterns of juvenile little brown bats, *Myotis lucifugus*. *Journal of Mammalogy* 78:239-246.
- Adams, R. A. 2000. Wing ontogeny, shifting niche dimensions, and adaptative landscapes. In Ontogeny, Functional Ecology, and Evolution of Bats, R. A. Adams y S. C. Pedersen (eds.) Cambridge University Press, United Kingdom, p. 275-315.
- Aguirre, L. F., A. Herrel, R. Van Damme y E. Matthysen. 2003. The implications of food hardness for diet in bats. *Functional Ecology* 17:201-212.
- Altringham, J. D. 1996. *Bats, Biology and Behaviour*. Oxford University Press. Oxford. 262 p.
- Anderson, S. 1969. *Macrotus waterhousii*. *Mammalian Species* 1:1-4.
- Arroyo-Cabrales, J. y J. Knox J., Jr. 1988. *Balantiopteryx plicata*. *Mammalian Species* 301:1-4.
- Audet, D. 1990. Foraging behaviour and habitat use by a gleaning bat, *Myotis myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Mammalogy* 71:420-427.
- Bale, J. S. 1991. Insects at low temperature: a predictable relationship? *Functional Ecology* 5:291-298.
- Barclay, R. M. R. 1982. Interindividual use of echolocation calls: eavesdropping by bats. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 10:271-275.

- Bateman, G. C. y T. A. Vaughan. 1974. Nightly activities of mormoopid bats. *Journal of Mammalogy* 55:45-65.
- Bidlingmayer, W. L. 1964. The effect of moonlight on the flight activity of mosquitoes. *Ecology* 45:87-94.
- Black, H. L. 1974. A north temperate bat community: structure and prey populations. *Journal of Mammalogy* 55:138-157.
- Boada, C., S. Burneo, T. Vries y D. Tirira. 2003. Notas ecológicas y reproductivas del murciélago rostro de fantasma *Mormoops megalophylla* en San Antonio de Pichincha, Pichincha, Ecuador. *Mastozoología Neotropical* 10:21-26.
- Bogdanowicz, W., M. B. Fenton y K. Daleszczyk. 1999. The relationships between echolocation calls, morphology and diet in insectivorous bats. *Journal of Zoology* 247:381-393.
- Bork, K. S. 2006. Lunar phobia in the greater fishing bat *Noctilio leporinus* (Chiroptera: Noctilionidae). *Revista de Biología Tropical* 54:1117-1123.
- Borror, D. J., D. De Long y C. A. Triplehorn. 1981. An introduction to the study of insects. Saunders College. Philadelphia, USA. 928 p.
- Bowie, R. C. K. y D. S. Jacobs. 1999. Resource use by two morphologically similar insectivorous bats. *South African Journal of Zoology* 34:27-33.
- Bradbury, J. W. y S. L. Vehrencamp. 1976. Social organization and foraging in emballonurid bats. I. Field Studies. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 1:337-381.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. Los mamíferos de Chamela, Jalisco. Instituto de Biología, UNAM, México. 436 p.
- Cleveland, C. J., M. Betke, P. Federico, J. D. Frank, T. G. Hallam, J. Horn, J. D. López Jr., G. F. McCracken, R. A. Medellín, A. Moreno-Valdez, C. G. Sansone, J. K. Westbrook y T. H.

- Kunz. 2006. Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4:238-243.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) 2006. Programa de Conservación y manejo, Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa. 1ª ed. México, D. F. 200 p.
- Corado N., N. 2003. Caracterización de los grupos funcionales de la comunidad de murciélagos insectívoros de Mérida, Yucatán. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 66 p.
- Dajoz, R. 2002. Tratado de ecología. Mundi-Prensa, España. p. 127-144.
- Debelica, A., A. K. Matthews y L. K. Ammerman. 2006. Dietary study of big free-tailed bats (*Nyctinomops macrotis*) in big bend national park. Texas. *The Southwestern Naturalist* 51:414-418.
- Easterla, D. A. y J. O. Whitaker, Jr. 1972. Food habits of some bats from Big Bend National Park, Texas. *Journal of Mammalogy* 53:887-890.
- Fenton, M. B. 1982. Echolocation, insect hearing, and feeding ecology of insectivorous bats. *In* Ecology of bats, T. H. Kunz (ed). Plenum Press, New York. p. 261-280.
- Fenton, M. B. 1983. Just bats. University of Toronto Press, Canada. 165 p.
- Fenton, M. B. 1990. The foraging behaviour and ecology of animal-eating bats. *Canadian Journal of Zoology* 68:411-422.
- Fenton, M. B. y G. K. Morris. 1976. Opportunistic feeding by desert bats. *Canadian Journal of Zoology* 54:526-530.
- Fenton, M. B. y I. L. Rautenbach. 1986. A comparison to the roosting and foraging behaviour of three species of African insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology* 64:2860-2867.

- Fenton, M. B., I. L. Rautenbach, J. Rydell, H. T. Arita, J. Ortega, S. Bouchard, M. D. Hovorka, B. Lim, E. Odgren, C. V. Portfors, W. M. Scully, D. M. Syme y M. J. Vonhof. 1998. Emergence, echolocation, diet and foraging behaviour of *Molossus ater* (Chiroptera: Molossidae). *Biotropica* 30:314-320.
- Fenton, M. B. y D. W. Thomas. 1980. Dry-season overlap in activity patterns, habitat use, and prey selection by sympatric insectivorous bats. *Biotropica* 12:81-90.
- Fenton, M. B., C. M. Swanepoel, R. M. Brigham, J. E. Cebek y M. B. C. Hickey. 1990. Foraging behaviour and prey selection by large slit-faced bats (*Nycteris grandis*; Chiroptera: Nycteridae). *Biotropica* 22:2-8.
- Ferrarezzi, H. y E. A. Gimenez. 1996. Systematic patterns and evolution of feeding habits in Chiroptera (Archonta: Mammalia). *Journal of Comparative Biology* 1:75-94.
- Findley, J. S. y H. Black. 1983. Morphological and dietary structuring of a Zambian insectivorous bat community. *Ecology* 64:625-630.
- Findley, J. S. y D. E. Wilson. 1982. Ecological significance of chiropteran morphology. In *Ecology of bats*, T. H. Kunz (ed). Plenum Press, New York. p. 243-251.
- Fitch, J. H., K. A. Shump Jr. y A. U. Shump. 1981. *Myotis velifer*. *Mammalian Species* 149:1-5.
- Flores-Crespo, R., S. B. Linhart, R. J. Burns, G. C. Mitchell. 1972. Foraging behaviour of the common vampire bat related to moonlight. *Journal of Mammalogy* 55:366-368.
- Freeman, P. W. 1979. Specialized insectivory: beetle-eating and moth-eating molossid bats. *Journal of Mammalogy* 60:467-479.
- Freeman, P. W. 1981. Correspondence of food habits and morphology in insectivorous bats. *Journal of Mammalogy* 62:166-173.

- Freeman, P. W. 2000. Macroevolution in Microchiroptera: recoupling morphology and ecology with phylogeny. *Evolutionary Ecology Research* 2:317-335.
- Gaisler, J. 1979. Ecology of bats. In *Ecology of small mammals*. D. M. Stoddart (ed). Chapman and Hall, London. Pp. 281-332.
- Gándara, G., A. N. Correa y C. A. Hernández. 2006. Valoración económica de los servicios ecológicos que prestan los murciélagos *Tadarida brasiliensis* como controladores de plagas en el norte de México. *Cátedra de integración económica y desarrollo social* 5:1-18.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) Ed. Larios, México, 150 p.
- Gunnell, G. F. y N. B. Simmons. 2005. Fossil evidence and the origin of bats. *Journal of Mammalian Evolution* 12:209-246.
- Habersetzer, J., G. Richter y G. Storch. 1994. Paleoecology of early middle Eocene bats from Messel, FRG. Aspects of flight, feeding and echolocation. *Historical Biology* 8:235-260.
- Herd, R. M. 1983. *Pteronotus parnellii*. *Mammalian Species* 209:1-5.
- Hill, J. E. y J. D. Smith. 1984. *Bats: A natural history*. University of Texas Press. 243 p.
- Hoffman, A., J. G. Palacios-Vargas y J. B. Morales-Malacara. 1986. *Manual de Bioespeleología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 274 p.
- Howell, D. J. y D. Burch. 1974. Food habits of some Costa Rican bats. *Revista de Biología Tropical* 21:281-294.
- Humphrey, S. R., F. J. Bonaccorso y T. L. Zinn. 1983. Guild structure of surface gleaning in Panama. *Ecology* 64:284-294.
- Jepsen, G. L. 1966. Early Eocene bat from Wyoming. *Science* 154:1333-1338.



- Jones, G. y J. Rydell. 2003. Attack and defence: Interactions between echolocating bats and their insect prey. *In* Bat Ecology, T. H. Kunz y M. B. Fenton (eds). The University of Chicago Press, Chicago. p. 301-331.
- Karlsson, B. L., J. Eklof y J. Rydell. 2002. No lunar phobia in swarming insectivorous bats (family Vespertilionidae). *Journal of Zoology London* 256:473-477.
- Kunz, T. H. 1974. Feeding ecology of a temperate insectivorous bat. *Ecology* 55:693-711.
- Kunz, T. H. 1988. Methods os assesing the availability of prey to insectivorous bats. *In*: T. H. Kunz (ed.). Ecological and Behaviorial Methods for study of Bats. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. Pp. 191-210.
- Kunz, T. H. y J. O. Whitaker Jr. 1983. An evaluation of fecal analysis for determining food habits of insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology* 61:1317-1321.
- Kunz, T. H., J. O. Whitaker Jr. y M. D. Wadanoli. 1995. Dietary energetics of the insectivorous Mexican free-tailed bat during pregnancy and lactation. *Oecologia* 101:407-415.
- Kurta, A. y R. H. Baker. 1990. *Eptesicus fuscus*. *Mammalian Species* 356:1-10.
- Kurta, A. y J. O. Whitaker Jr. 1998. Diet of the endangered Indiana Bat on the Northern Edge of its range. *American Midland Naturalist* 140:280-286.
- Lang, A. B., E. K. V. Kalko, H. Romer, C. Bockholdt y D. K. N. Dechmann. 2006. Activity levels of bats and katydids in relation to the lunar cycle. *Oecologia* 146:659-666.
- Lee, Y. y G. F. McCracken. 2005. Dietary variation of Brazilian free-tailed bats links to migratory populations of pest insect. *Journal of Mammalogy* 86:67-76.
- Leon P. L. y E. Romo V. 1993. Mastofauna de la Sierra de Taxco, Guerrero. *In*: Medellín, R. A. y G. Ceballos (eds.). Avances en el Estudio de los Mamíferos de México. Publicaciones

- Especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F. pp. 45-64.
- López-Forment, C. W. 1979. Algunos aspectos ecológicos del murciélago *Balantiopteryx plicata plicata* Peters, 1967 (Chiroptera: Emballonuridae) en México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología* 50:673-699.
- McGavin, G. C. 2002. Entomología esencial. 1a ed. Ariel, S. A. Barcelona, España. 350 p.
- McNab, B. K. 1971. The structure of tropical bat faunas. *Ecology* 52:353-358.
- Miranda, F. y X. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Sobretiro del Boletín de la Sociedad Botánica de México. Núm. 28, 43 p.
- Moreno y Halffter. 2001. Spatial and temporal analysis of  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  diversities of bats in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation* 10:367-382.
- Morrison, D. W. 1978. Lunar phobia in a neotropical fruit bat, *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Animal Behaviour* 26:852-855.
- Neuweiler, G. 2000. Diet, digestion, and energy balance. Pp. 98-115. *In The Biology of Bats*. Oxford University Press, New York. 310 p.
- Norberg, U. M. y J. M. V. Rayner. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B Biol. Sci.* 316:335-427.
- Orozco, L. C. L. 2007. Efecto de la perturbación del hábitat en la comunidad de murciélagos insectívoros de selva baja caducifolia. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, UNAM. 118 p.
- Park, O. y J. G. Keller. 1932. Studies in nocturnal ecology, II. Preliminary analysis of activity rhythm in nocturnal forest insects. *Ecology* 13:335-346.

- Pescador-Rubio, A., A. Rodríguez-Palafox y F. A. Noguera. 2002. Diversidad y estacionalidad de Arthropoda. *In: Historia Natural de Chamela*. F. A Noguera, J. H. Vega R., A. N. García A. y M. Quesada A (eds.). Instituto de Biología, UNAM, México, p. 183-201.
- Pine, R. H. 1969. Stomach contents of a freetailed bat, *Molossus ater*. *Journal of Mammalogy* 50:162.
- Racey, P. A. y S. M. Swift. 1985. Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. I. Foraging behaviour. *Journal of Animal Ecology* 54:205-215.
- Richards, G. C. 1989. Nocturnal activity of insectivorous bats relative to temperature and prey availability in tropical Queensland. *Australian Wildlife Rescuer* 16:151-158.
- Rodríguez, G. I. 2006. Análisis comparativo de los hábitos alimentarios de *Eptesicus fuscus*, *Lasiurus cinereus* y *Myotis milleri* en Sierra de Juárez y Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores, Iztacala, UNAM. México. 58 p.
- Rodríguez-Durán, A. y A. R. Lewis. 1987. Patterns of population size, diet, and activity time for a multispecies assemblage of bats at a cave in Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 23:352-360.
- Romero-Almaraz, M. L., C. Sánchez-Hernández, C. García-Estrada y R. D. Owen. 2000. Mamíferos pequeños, manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. 1ª edición. Universidad Nacional Autónoma de México y Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. 151 p.

- Romero-Almaraz, M. L., A. Aguilar-Setién y C. Sánchez-Hernández. 2006. Murciélagos benéficos y vampiros: características, importancia, rabia, control y conservación. Ed. AGT. 1ª ed. México, D. F. 213 p.
- Roots, E. H. y R. J. Baker. 2007. *Rhogeessa parvula*. *Mammalian Species* 804:1-4.
- Ross, A. 1967. Ecological aspects of the food habits of insectivorous bats. *Proc. Western Foundation of Vertebrate Zoology* 1:205-264.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. 432 p.
- Sánchez-Hernández C. y M. L. Romero-Almaraz. 1995. Mastofauna silvestre del área de Reserva Sierra de Huautla (con énfasis en la región noreste). Centro de Investigaciones Biológicas, UAEM. Cuernavaca, Morelos. 142 p.
- Sánchez-Hernández C., M. L. Romero-Almaraz y M. A. Gurrola-Hidalgo. 2002. *Natalus stramineus saturatus* (Dalquest & Hall 1949). In: F. A. Noguera, J. H. Vega, A. N. García y M. Quesada (eds.). Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología, UNAM. Pp. 403-405.
- Shump Jr., K. A. y A. U. Shump. 1982. *Lasiurus cinereus*. *Mammalian Species* 185:1-5.
- Silva-Taboada, G. 1979. Los murciélagos de Cuba. Ed. Academia. Havana, Cuba. 423 p.
- Simmons, N. B. y T. M. Conway. 2003. Evolution of ecological diversity in bats. In *Bat Ecology*, T. H. Kunz y M. B. Fenton (eds). The University of Chicago Press, Chicago. p. 493-525.
- Simmons, N. B. y J. H. Geisler. 1998. Phylogenetic relationships of *Icaronycteris*, *Archaeonycteris*, *Hassianycteris*, and *Palaeochiropteryx* to extant bat lineages, with comments on the evolution of echolocation and foraging strategies in Microchiroptera. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 235:1-182.

- Smith, J. D. y G. Storch. 1981. New middle eocene bats from "Grube Messel" near Darmstadt, W-Germany. *Senckenbergiana biologica* 61:153-167.
- Stoffberg, S. y D. S. Jacobs. 2004. The influence of wing morphology and echolocation on the gleaning ability of the insectivorous bat *Myotis tricolor*. *Canadian Journal of Zoology* 82:1854-1863.
- Stoner, K. E. 2002. Murciélagos nectarívoros y frugívoros del bosque tropical caducifolio de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. *In*: F. A. Noguera, J. H. Vega, A. N. García y M. Quesada (eds.). Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología, UNAM. Pp. 379-395.
- Villa-R., B. 1966. Los murciélagos de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México. 491 p.
- Whitaker, J. O., Jr. 1988. Food habits analysis of insectivores bats. *In* Ecological and Behavioral Methods for study of Bats, T.H. Kunz (ed). Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. p. 171-189.
- Whitaker, J. O., Jr. 2004. Prey selection in a temperate zone insectivorous bat community. *Journal of Mammalogy* 85:460-469.
- Whitaker, J. O., Jr. y J. S. Findley. 1980. Foods eaten by some bats from Costa Rica and Panama. *Journal of Mammalogy* 61:540-543.
- Whitaker, J. O., Jr., C. Neefus, y T. H. Kunz. 1996. Dietary variation in the Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis mexicana*). *Journal of Mammalogy* 77:716-724.
- Whitaker, J.O., Jr., S. Suthakar, I. G. Marimuthu y T. H. Kunz. 1999. Seasonal variation in the diet of the indian pygmy bat, *Pipistrellus mimus* in southern India. *Journal of Mammalogy* 80:60-70.

Wilkins, K. T. 1989. *Tadarida brasiliensis*. *Mammalian Species* 331:1-10.

Williams, C. B. 1936. The influence of moonlight on the activity of certain nocturnal insects, particularly of the family Noctuidae, as indicated by a light trap. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 226:357-389.

Wilson, D. E. 1973. Bat faunas: a trophic comparison. *Systematic Zoology* 22:14-29.

Wilson D. y D. M. Reeder. 2005. *Mammal Species of the World*. 3ª edición. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 2.142 pp.