



El Colegio de la Frontera Sur

**PREVALENCIA, ABUNDANCIA E INTENSIDAD DE INFECCIÓN DE MACRO-
ECTOPARÁSITOS ASOCIADOS A UNA COMUNIDAD DE MURCIÉLAGOS
CAVERNÍCOLAS EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA, CHIAPAS**

TESIS

presentada como requisito parcial para obtener el grado de

Maestría en Ciencia en Recursos Naturales y Desarrollo

Rural

por

Liliana Tlapaya Romero

2014

Si no conocemos, recolectamos y superamos las cosas más pequeñas, ¿Cómo llegaremos a comprender las cosas grandes, por no mencionar las mayores de todas? Hemos de invertir nuestro mayor celo y diligencia en el tratamiento y observación de los objetos más pequeños. El mayor de los incendios comienza con una pequeña chispa; de las gotas mas diminutas nacen ríos, y los granos de arena pueden formar una gran colina

(Federico Cesi, 1603)

A Juan José Piedras Romero y Alberto Anzures Dadda (q.e.p.d.), toda mi admiración y cariño.

A la Dra. Sonia Gallina Tessaro, no hay palabra que expresen la gratitud por estos ocho años en los cuales de una u otra forma siempre me has impulsado a seguir en este camino, gracias por tu apoyo incondicional.

A mis padres; Gloria Romero China y Enrique Tlapaya Contreras, por su infinita paciencia y amor, personas ejemplares, a quienes admiro profundamente y agradezco la confianza que me ha brindado a lo largo de mi nómada vida.

A David, Angélica y Rosalba, por alentarme a seguir mis sueños, por sus consejos, su apoyo y su amor incondicional, gracias!

A la Familia Telerin; Luis Tlapaya Romero, Janet Miguela Picen, Diana T. M. y Gabriel T. M., por llenar mi vida de alegría, esperanza y amor.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Anna Horváth, por fungir como directora de tesis y ser el vínculo con ECOSUR, por abrirme las puertas de su casa y por las atenciones que me brindó.

A la Dra. Sonia Gallina Tessaro y al Dr. Eduardo Naranjo Piñera, por su dedicación y paciencia en la revisión del manuscrito. Por su apoyo, sus valiosos comentarios y acertados consejos, sin ustedes no hubiera sido posible finalizar este trabajo.

Al M. en C. Benigno Gómez y Gómez, por su apoyo en la determinación de los ectoparásitos colectados, la literatura brindada y sugerencias para mejorar el manuscrito.

A mis sinodales:

Dra. Consuelo Lorenzo Monterrubio, Dra. María del Rocío Rodiles Hernández y Dra. Griselda Escalona Segura, por tomarse el tiempo de revisar el manuscrito y por sus acertados comentarios para mejorar el presente trabajo.

A Víctor Hugo Mendoza Sáenz por su apoyo en campo, por compartir conmigo sus conocimientos para la identificación y colecta de murciélagos, por su infinita paciencia a la hora de tomar las medidas morfométricas, pero sobre todo por ser un amigo, mi Vic este trabajo también es tuyo, sin ti no hubiera sido posible realizar el trabajo de campo, gracias!

Al Dr. Hugo Perales Rivera por ayudarme en esta difícil tarea que es la estadística.

Al Dr. Antonio Saldivar y Claudia Hernández por el profesionalismo con el que día a día realizan su trabajo.

A mis profesores del ECOSUR: Antonio Saldivar, Rolando Tinoco, Hugo Perales, Manuel Parra, Remy Vandame, Eduardo Naranjo, José Luis Rangel, Jorge León, Holger Weissenberger y Rafa Reyna por el maravilloso trabajo que realizan con cada generación.

A los responsables de la biblioteca Milo Cruz García, Marío Zuñiga Trejo y Germancito por su invaluable apoyo durante mi estancia en el ECOSUR.

Al Dr. Sergio Ibañez-Bernal del Instituto de Ecología por todas sus atenciones.

A los hermanos que he encontrado y que aun en la distancia siguen y sé que seguirán ahí: Karina Tezmoz, Sonia Flores, Karina Luna, Bernardette Flores, Ritchie Tevetoglu, Adriana Alvarado, Paco Torres, Erikota Pérez Ovando, Barbara Salazar Narváez, Nathaline Taylor Aquino, Sofí Arenas, Alma Moreno, Crisol Méndez, Natalia Deveaux, Payola Conde Medina, Georgie Boy (Jorge Martínez Ortega), Viridiana Cristell Cano Díaz y Will García Santiago, gracias por estar y compartir un pedacito de su vida conmigo.

A Antonio García Méndez por las revisiones y comentarios realizados a este documento a lo largo de este proceso llamado "La Tesis".

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por otorgarme la tan necesaria beca (333476) para poder realizar mis estudios de maestría.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 Murciélagos.....	9
1.2 Relación Parásito-Hospedero.....	10
1.3 Ectoparásitos de Murciélagos.....	13
1.4 Estudios de poblaciones de parásitos.....	14
1.5 Estudios de comunidades de parásitos.....	14
1.6 Trabajos realizados de parásitos y hospederos.....	16
1.7 Estudios enfocados a murciélagos y ectoparásitos.....	16
2. HIPÓTESIS	18
3. OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo general:.....	18
3.2 Objetivos particulares:.....	18
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
4.1 Área de estudio.....	18
4.2 Descripción de la cueva.....	19
4.3 Trabajo de campo.....	20
4.4 Registro y colecta de ectoparásitos.....	20
4.5 Identificación y análisis de los ectoparásitos.....	21
4.6 Análisis de datos.....	21
4.7 Parámetros cuantitativos de la comunidad de murciélagos (hospedero).....	22
4.7.1 Diversidad.....	22
4.8 Parámetros cuantitativos de las poblaciones de ectoparásitos.....	23
4.8.1 Prevalencia	23
4.8.2 Abundancia.....	23
4.8.3 Intensidad de infección.....	23
5. RESULTADOS.....	25
5.1 Descripción de la comunidad de murciélagos cavernícolas.....	25
5.1.1 Macro-ectoparásitos asociados a la comunidad de murciélagos cavernícolas.....	26
5.1.2 Diversidad de macro-ectoparásitos en especies de hospederos	27
5.1.3 Similitud entre hospederos de acuerdo a los macro-ectoparásitos que comparten	28

5.2	Descripción de la comunidad componente de macro-ectoparásitos registrada en cuatro especies de murciélagos cavernícolas.....	29
5.2.1	Prevalencia de macro-ectoparásitos.....	29
4.2.2	Abundancia de macro-ectoparásitos.	31
4.2.3	Intensidad de infección.	32
5	DISCUSIÓN	32
	CONCLUSIONES.....	40
	RECOMENDACIONES.....	41
	LITERATURA CITADA	43
	Anexo 1.	55

RESUMEN

El presente estudio analizó la prevalencia, abundancia e intensidad de infección de macro-ectoparásitos en una comunidad de murciélagos cavernícolas en la cueva de San Francisco, en el municipio de La Trinitaria, Chiapas. Los datos se obtuvieron, entre febrero y agosto de 2013 mediante la captura y revisión de 569 murciélagos, correspondientes a 12 especies, en los cuales se colectaron cuatro morfoespecies de la familia Mesostigmata y tres especies de la familia Streblidae (*Trichobius joblingi*, *Metelasmus pseudopterus* y *Megistopoda aranae*). De las 12 especies de murciélagos capturados, diez presentaron macro-ectoparásitos. *Artibeus jamaicensis*, fue el hospedero que presentó mayor diversidad de macro-ectoparásitos ($H'=0.9221$). *Trichobius joblingi* fue el macro-ectoparásito con mayor prevalencia, abundancia e intensidad de infección dentro de la comunidad de murciélagos. En relación a la variación entre la prevalencia, abundancia e intensidad de infección con el sexo y clase de edad de cada especie de hospedero se encontró que, en *Desmodus rotundus* la prevalencia ($P = 0.034$) y la abundancia ($P = 0.009$) de *T. joblingi* fue mayor en hembras que en machos. Por otra parte, el hospedero *A. jamaicensis* mostró mayor prevalencia ($P = 0.001$) y abundancia ($P = 0.038$) de *T. joblingi* en juveniles. La intensidad de infección dentro de la comunidad de murciélagos capturados no mostró diferencia entre sexo y clase de edad de cada especie de hospedero. Se concluye que para la comunidad de murciélagos analizados, la prevalencia, abundancia e intensidad de infección de macro-ectoparásitos se encuentran mayormente ligadas a la fidelidad del refugio, mientras que para *A. jamaicensis* y *D. rotundus* el sexo y la edad afecta la prevalencia y abundancia de estréblidos. Los estudios sobre ectoparásitos asociados a murciélagos son escasos, siendo la mayoría de ellos taxonómicos. Este estudio es uno de los pocos en México, en donde se ha enfocado en los atributos intrínsecos de un número considerable de individuos y especies de hospederos.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Murciélagos

Los murciélagos representan el segundo orden de mamíferos (Mammalia: Chiroptera) con mayor diversidad y abundancia a nivel mundial, después de los roedores (Altringham *et al.*, 1996). En México se encuentran 136 de las 1,116 especies de quirópteros del mundo (Medellín *et al.*, 1997; Ceballos y Simonetti, 2002; Ramírez-Pulido *et al.*, 2005; Ceballos y Arrollo-Cabrales, 2012), mientras que en Chiapas se encuentra la mayor diversidad de murciélagos de México con 106 especies (Retana y Lorenzo, 2002; Horváth, 2013).

Los murciélagos necesitan sitios que cubran sus requerimientos para su descanso diurno o temporal (nocturnos) durante el forrajeo, para protegerse de los depredadores, del clima y para la ingesta y digestión del alimento, para su reproducción y cuidado de las crías, así como lugares seguros para hibernación (McNab, 1974; 1986; Bernard y Fenton, 2003; Evelyn y Stiles, 2003). Estos sitios además, promueven las relaciones entre los miembros de la población y proporcionan un ambiente térmicamente estable, minimizando las fluctuaciones en las variables ambientales (Morrison, 1979; Fenton, 1983; Kurta, 1985). Los refugios diurnos que ocupan los murciélagos abarcan una gran variedad de sitios como ramas, hojas de gran tamaño, huecos de árboles y palmas, paredes rocosas, grietas y cuevas, así también algunas especies pueden utilizar construcciones urbanas (McNab, 1974; Ortega y Arita, 1998; Briggler y Prather, 2003; Dixon, 2011). La selección de refugios también depende de otros factores propios de la especie como los son: las estaciones del año, el sexo, estado reproductivo y grupos de edad (McNab, 1974; Ortega y Arita, 1998; Briggler y Prather, 2003; Galindo *et al.*, 2004). Una gran parte de las especies de murciélagos utilizan cuevas como refugio, debido a que las cuevas son los sitios que mejor cumplen con las condiciones necesarias para reducir el costo energético en sus funciones metabólicas durante su descanso, así también las cuevas brindan mayor

protección, especialmente en las temporadas reproductivas (Bonaccorso *et al.*, 1992). Más de la mitad de las especies de murciélagos de Chiapas (55) utilizan cuevas como su principal refugio diurno (Arita, 1993). Los murciélagos cavernícolas han sido clasificados en tres categorías: integracionistas (aquellas que se encuentran comúnmente en cuevas con alta riqueza de especies), segregacionistas (en cuevas con poca riqueza, generalmente se encuentran solas o con pocas especies en la misma cueva) e indiferentes (en cualquiera de los dos casos; Arita, 1993).

Los murciélagos, como grupo, son reconocidos por presentar amplias distribuciones geográficas, una enorme diversidad de hábitos alimentarios, y una larga historia evolutiva (Altringham *et al.*, 1996; Medellín *et al.*, 2000). Durante esta última evolucionaron los atributos físicos y biológicos, las funciones fisiológicas e interacciones ecológicas que caracterizan a los murciélagos. Gracias a numerosos estudios, se dispone de un creciente acervo de información sobre estos atributos, por ejemplo, sus adaptaciones especiales fisiológicas como la ecolocación (O'Farrell *et al.*, 1999; Rydell *et al.*, 2002) y el vuelo; así como también sus complejas interacciones y funciones ecológicas debido a sus hábitos alimentarios (insectívoros, frugívoros, nectarívoros, carnívoros y hematófagos) y de refugio (Teeling *et al.*, 2005).

1.2 Relación Parásito-Hospedero.

Los quirópteros albergan parásitos como virus, bacterias, hongos, helmintos, artrópodos, como resultado de varios procesos como la coevolución, dentro de los cuales encontramos la competencia y depredación como principales interacciones (Messenger *et al.*, 2003). El estudio del parasitismo como interacción ecológica, ha generado evidencia que destaca la importancia que tienen los parásitos dentro de los ecosistemas, y se está considerando cada vez más el papel del parasitismo en la dinámica de las poblaciones y la estructura de las comunidades (Dobson y Hudson, 1986; Minchella y Scoty, 1991; Lafferty y Kuris, 2001).

El parasitismo es una relación ecológica ansioespecífica, en la que el parásito depende metabólicamente de su hospedero, el parásito también obtiene otros beneficios de su hospedero como protección y hábitat (Poulin y Morand, 2000; Bush *et al.*, 2001). Por lo cual, los hospederos constituyen el ambiente de los parásitos, ya que en ellos pueden desarrollar un ciclo de vida en particular.

Los parásitos están adaptados para ocupar ciertos espacios que proporcionan los hospederos, y al igual que los organismos de vida libre, están sometidos a factores que amenazan su supervivencia. Entre estos factores destacan las defensas inmunológicas y fisiológicas, así también varias conductas que desarrollan las especies de hospederos para evitar, eliminar o disminuir el efecto de los parásitos en su salud y supervivencia (Poiani, 1992). Es así que, la capacidad adaptativa del parásito para evadir o resistir la respuesta defensiva de su hospedero, representa la clave de su éxito como individuo y como especie (Atias, 1998).

Los parásitos no necesariamente constituyen un grupo filogenéticamente relacionado con sus hospederos, sino representan un ejemplo de la evolución convergente donde un conjunto de organismos que pertenecen a distintos linajes desarrollan características físicas, fisiológicas y conductuales para adaptarse a un ambiente y aprovechar un recurso similar. Es decir, el parasitismo ha evolucionado de manera independiente en varios grupos de organismos (Poulin y Morand, 2004).

Para poder delimitar los estudios y describir los parásitos, se han propuesto diferentes clasificaciones de los parásitos de acuerdo a sus características. Por su ubicación en el hospedero, son clasificados en ectoparásitos y endoparásitos. Los primeros son organismos que habitan en el exterior del hospedero (artrópodos y algunos helmintos); mientras que los endoparásitos habitan en el interior del hospedero (virus, bacterias, protozoarios; Bush *et al.*, 2001). Otra clasificación de los parásitos, se basa en su tamaño, clasificándolos en micro y macroparásitos. Los primeros, como su nombre lo

sugiere son microscópicos (virus, bacterias y protozoarios), mientras que, los segundos son de mayor tamaño, visibles al ojo humano (helmintos y artrópodos; Bush *et al.*, 2001). Cabe destacar, que existen otras definiciones para macro y microparásitos que hacen referencia a la dependencia e intensidad de la patología (Lafferty y Kuris, 2001).

La artrópodofauna-epizóica es un término que hace referencia a parásitos artrópodos que viven en el exterior de su huésped y engloba a los macro y microparásitos (Colín, 2006), y se ha utilizado en algunos trabajos para reconocer y determinar los artrópodos, principalmente insectos (pulgas, moscas y piojos) y ácaros que viven en la superficie externa de algún animal y no necesariamente como parásitos (epizoicos). Para este estudio se hará referencia a macro-ectoparásitos, señalando a parásitos artrópodos que habitan en el exterior del hospedero y que por su tamaño pueden observarse sin necesidad de un microscopio.

En los estudios de artrópodofauna-epizóica de murciélagos se ha encontrado que además de la amplia diversidad de artrópodos que pueden albergar, también existe una variación en especificidad e intensidad en las relaciones parásito-hospedero (Marinkelle y Grosse, 1981; Imaz *et al.*, 1999; Colín, 2006). De este modo, se ha encontrado que algunas especies de los murciélagos pueden ser hospederos euxenos, aceptando muchas especies de artrópodos epizóicos. Por el contrario, otras especies de murciélagos son hospederos apoxenos, y albergan a pocas o ninguna especie de artrópodo epizóico en su organismo (Durden *et al.*, 1992; Colín, 2006).

El conocimiento de la relación parásito-hospedero se basa en la premisa que el parásito afecta directa o indirectamente la homeostasis del hospedero (Combes, 2005). Se ha encontrado que los hospederos presentan una serie de atributos que los hacen más o menos propensos al parasitismo. Dentro de estos atributos existen muchos aspectos intrínsecos de las especies como los hábitos alimentarios, la estructura social y patrones de conducta, áreas de distribución, áreas de actividad, migración e historia

evolutiva. Además, a nivel individual existen otros atributos que determinan el parasitismo como la edad, el tamaño corporal, el sexo, los aspectos genéticos individuales y el estado nutricional (Poulin y Monrad, 2004).

1.3 Ectoparásitos de Murciélagos.

Entre los macro-ectoparásitos que presentan los murciélagos en América, se han reportado los órdenes Diptera (Nycteribiidae y Streblidae), Mesostigmata (Spinturnicidae) y Acarini (Ixodidae y Argasidae) principalmente (Estrada-Peña y Sánchez-Acedo, 1988; Sheeler-Gordon y Owen, 1999; Beloto *et al.*, 2005). Dentro de estos órdenes, el grupo más ampliamente estudiado ha sido la familia Streblidae (también conocidas como moscas de murciélagos), del orden Diptera, la cual está conformada por moscas hematófagas de murciélagos que incluye especies con alas y sin alas. La familia Streblidae se encuentra en todas las regiones biogeográficas, principalmente en las zonas tropicales (Wenzel, 1976). De las 224 especies de esta familia registradas en el mundo, 152 se encuentran en el Continente Americano (Guerrero y Morales-Malacara, 1996; Guerrero, 1997; 1998). Las especies de esta familia se han encontrado parasitando murciélagos de las familias Emballonuridae, Noctilionidae, Molossidae, Natalidae, Furipteridae, Vespertilionidae, Molossidae y principalmente Phyllostomidae (Graciollii y Barros de Carvalho, 2001).

La familia Streblidae ocupan las membranas de piel y alas de los murciélagos (Dick, 2006; Dick y Patterson, 2006). Como todos los Diptera, son holometábolos es decir, que pasan por diferentes estadios durante su ciclo de vida (embrión, larva, pupa e imago). Las hembras dejan a su hospedero para depositar sus huevos en el refugio de los murciélagos (Ross, 1961; Overall, 1980; Fritz, 1983; Dick, 2006), cuando los huevos eclosionan, los individuos deben localizar y colonizar un hospedero antes de que pueda alimentarse (Caire *et al.*, 1985), es por ello que parte del éxito de sobrevivencia de estas moscas parásitas depende del éxito de encontrar con rapidez un hospedero. Aún cuando

existen autores que señalan que la mayoría de estas moscas parasitan una sola especie de hospedero, también señalan que al momento de eclosionar no buscan a un hospedero de una especie en particular, sino que una vez encontrado un hospedero permanecerán en él (Fritz, 1983; Dick, 2006; Patterson *et al.*, 2007). Diversos autores señalan que esta familia de moscas suelen ser más abundantes en hospederos que usan cuevas como refugio, ya que brindan las condiciones de humedad y temperatura adecuada para el desarrollo de los huevos, así la localización de un hospedero es más probable (Gracioli y Barros de Carvalho, 2001; Dick y Patterson, 2006; Patterson *et al.*, 2007).

1.4 Estudios de poblaciones de parásitos

Una población de parásitos comprende todos los individuos de una sola especie de parásitos en un mismo lugar y tiempo. Sin embargo, debido al complejo ciclo de vida que tienen los parásitos, se ha propuesto un esquema de clasificación jerárquico de tres niveles que permite analizar y comprender la estructura y dinámica de las poblaciones.

El primero, es la infrapoblación, que incluye a todos los individuos de una especie de parásito en un hospedero individual en un tiempo determinado. El segundo, es el de población componente, que es definida como todos los individuos de una especie de parásito que se encuentren en un estadio de desarrollo particular en un mismo lugar y tiempo en una especie de hospedero. Finalmente, el tercer nivel es la suprapoblación, que incluye a todas las etapas de desarrollo, incluyendo las etapas de vida libre, de una especie de parásito en particular en un mismo lugar y tiempo determinado en una especie de hospedero (Bush *et al.*, 1997).

1.5 Estudios de comunidades de parásitos.

Una comunidad ecológica, está constituida por los organismos de todas las especies que interactúan en un área determinada. Sin embargo, las barreras que delimitan dicha comunidad son difíciles de reconocer, por lo tanto, generalmente están delimitadas por el investigador (Bush *et al.*, 2001). Por definición, una comunidad de

parásitos incluye a todas las suprapoblaciones de parásitos en el hospedero de interés (Bush *et al.*, 1997; Bush *et al.*, 2001). Tomando en cuenta esta definición, un estudio estricto de comunidades de parásitos resulta prácticamente imposible, por la necesidad de incluir a todos los distintos estadios de desarrollo que las diferentes especies pudieran presentar (Estch *et al.*, 1990; Bush *et al.*, 2001).

Sin embargo, existen diferentes niveles que hacen posible el estudio de las comunidades de parásitos. El nivel más elemental ampliamente estudiado es la infracomunidad, que ha sido definido como el conjunto de infrapoblaciones de parásitos en un solo individuo (Bush y Holme, 1986). El siguiente nivel es el de comunidad componente, que comprende al conjunto de infrapoblaciones de parásitos, asociados a una especie de hospedero en una localidad. El último nivel para el estudio de las comunidades de parásitos, es el de la comunidad compuesta que se define como el conjunto de infracomunidades dentro de una comunidad de hospederos en una localidad determinada (Bush *et al.*, 1997; Bush *et al.*, 2001).

Una forma sencilla de describir una comunidad ecológica es simplemente contar las especies presentes en ella (riqueza de especies). Sin embargo, con este enfoque se pierde la información sobre la abundancia proporcional de cada una de las especies en la comunidad (Begon *et al.*, 1996). La diversidad de especies es una característica única a nivel de comunidad, como una expresión de su estructura. Las medidas de diversidad más útiles son las que incorporan el número de especies (la riqueza), la abundancia de cada especie (número de individuos) y la proporción de cada especie que contribuye a la abundancia total de la comunidad (equitatividad). Una comunidad se considera más diversa mientras mayor riqueza, abundancia total y equitatividad tenga (Brower *et al.*, 1997; Moreno, 2001). Los métodos utilizados para evaluar la diversidad de especies dentro de las comunidades (diversidad alfa), se basan en la cuantificación del número de

especies presentes (riqueza) y en la estructura de la comunidad en términos de proporciones (abundancia relativa; Moreno, 2001).

1.6 Trabajos realizados de parásitos y hospederos.

Diversos estudios han intentado explicar cómo funciona la relación de parásito-hospedero, algunos de ellos apuntan a que la riqueza y la abundancia de los parásitos pareciera ser más similar entre hospederos relacionados filogenéticamente (Canaris y Kinsella, 2007; Klimpel *et al.*, 2007). Otros mencionan que la composición y abundancia de parásitos son similares a partir de las dietas y requerimientos ambientales y ecológicos de los hospederos (Watve y Sukumar, 1995; Klimpel *et al.*, 2007). Existen trabajos en que se menciona que la prevalencia y abundancia de parásitos está relacionada con los atributos propios del hospedero como el sexo, tamaño corporal y la estructura poblacional (Soliman *et al.*, 2001). Otros estudios, revelan que en el caso de las pulgas (Siphonaptera), los niveles de parasitismo en mamíferos varían de acuerdo al tipo de hábitat del hospedero (Krasnov *et al.*, 1997; 1998).

Para los ectoparásitos, su entorno puede variar de acuerdo con el grado en el que hospedero y parásito se mantienen en contacto físico a lo largo del ciclo de vida del parásito. Por ejemplo, hay parásitos que todas las fases de su ciclo de vida tienen lugar en un hospedero en particular. Por otro lado, hay parásitos que necesitan diferentes hospederos según el estadio en el que se encuentren. Generalmente los parásitos que presentan una alta especificidad a las especies de hospedero, son taxa que han evolucionado paralelamente con su hospedero (Hafner y Page, 1995; Hafner *et al.*, 1998; Johnson *et al.*, 2003).

1.7 Estudios enfocados a murciélagos y ectoparásitos.

En México se han realizado importantes trabajos con ectoparásitos asociados a murciélagos. Sin embargo, la mayoría de éstos se enfocan a la taxonomía y descripción de especies de ectoparásitos (Morales-Malacara y López 1990; Morales-Malacara, 2001;

Morales-Malacara *et al.*, 2002; Morales-Malacara y Juste, 2002). Algunos otros, han documentado listados de especies y su asociación con ectoparásitos, resultado de la revisión de los murciélagos (Hoffman, 1990; Villegas-Guzmán *et al.*, 2005). Villegas-Guzmán *et al.* (2005) analizaron la relación de la carga parasitaria y las estaciones del año, encontrando que no hay una relación entre estas variables. En Chiapas se desarrolló un estudio en el cual se describe la diversidad de la artrópofauna asociada a una comunidad de murciélagos de la familia Phyllostomidae. En dicho estudio se registraron 63 especies de artrópodos, distribuidos en 17 especies de hospederos, en donde *Artibeus jamaicensis* fue el hospedero con mayor diversidad de artrópodos (Colín, 2006).

Aunque existen estudios que han analizado la diversidad y riqueza de especies de ectoparásitos asociados a murciélagos, son pocos los que se han enfocado en los factores que intervienen en la relación hospedero-parásito. Es importante analizar dicha relación, puesto que se ha documentado que factores como la especie, sexo, edad, peso y condición reproductiva, pueden influir en la magnitud del parasitismo (Loomis, 1956; Da Fonseca, 1957; Fernández, 1985; Pérez *et al.*, 1996; Bursten *et al.*, 1997; Linsay y Galloway, 1997; Muñoz *et al.*, 2003). Por lo tanto, en este estudio se pretende conocer la estructura de las comunidades componentes de macro-ectoparásitos en las diferentes especies de murciélagos cavernícolas, e identificar si existe afinidad con los atributos intrínsecos de los hospederos, tales como: sexo y edad, tomando en cuenta la prevalencia, abundancia e intensidad de infección de las poblaciones componentes de macro-ectoparásitos.

2. HIPÓTESIS

Si factores como el sexo y edad pueden influir en la prevalencia, abundancia e intensidad de infección del parasitismo, se espera encontrar diferencias significativas en cuanto a la prevalencia y abundancia de macro-ectoparásitos entre hospederos machos y hembras, y juveniles y adultos.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general:

Estimar la prevalencia, abundancia e intensidad de infección de macro-ectoparásitos asociados a una comunidad de murciélagos cavernícolas en el municipio La Trinitaria, Chiapas.

3.2 Objetivos particulares:

- Conocer las especies de macro-ectoparásitos asociados a la comunidad de murciélagos en la Cueva San Francisco, municipio La Trinitaria, Chiapas.
- Estimar la riqueza, diversidad y equitatividad de macro-ectoparásitos presentes en cada especie de hospedero.
- Analizar si los atributos propios de las especies de hospederos (sexo y clase de edad), son variables que determinan la prevalencia, abundancia e intensidad de infección de los macro-ectoparásitos

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio.

Para llevar a cabo el estudio, se eligió la cueva de “San Francisco” debido a la alta diversidad y abundancia de quirópteros que alberga (Álvarez-Castañeda y Álvarez 1991; Chávez, 2008; López, 2009). La cueva se localiza en las coordenadas 16°05'54.4"N y 92°02'45.6" S y se ubica a 2.5 km al SE del municipio de la Trinitaria a una altitud de 1,542 msnm. El tipo de vegetación alrededor de la cueva es bosque de encino así como

cultivos de maíz y pastizales, y en las áreas adyacentes se localiza una comunidad rural conocida como Pamalá (Fig. 1).

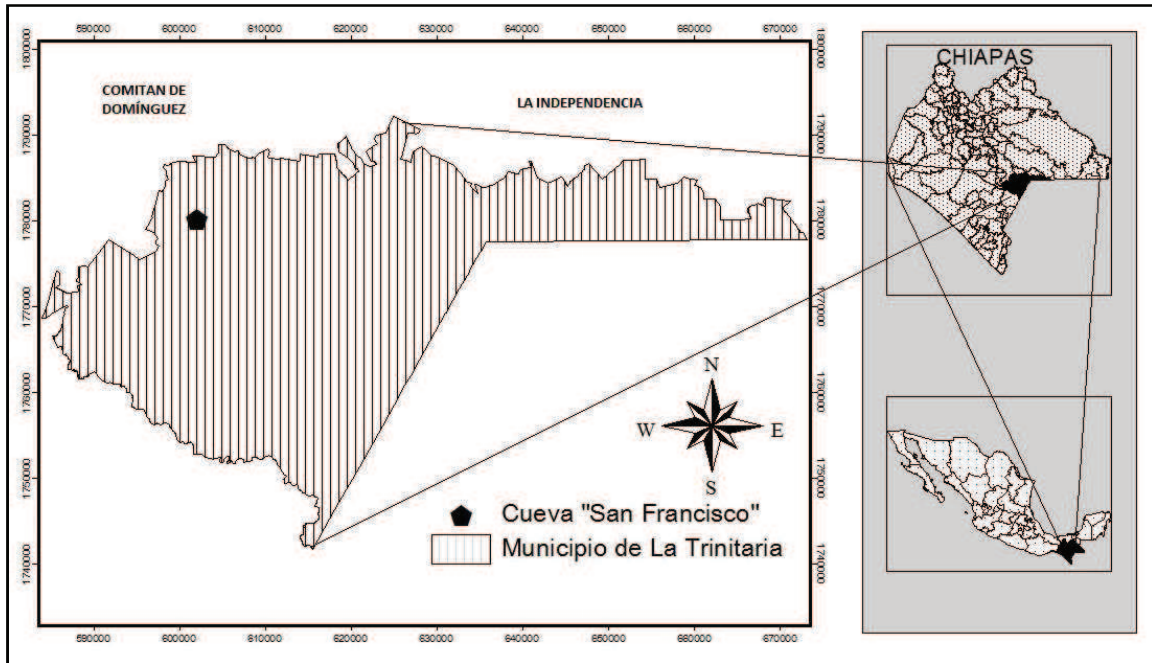


Figura 1. Ubicación de la cueva de San Francisco en el municipio La Trinitaria, Chiapas, México.

El clima es semicálido con lluvias de verano A(C)w¹. La temperatura media anual es de 19.9 °C, los meses más calurosos son abril, mayo y junio (21.4 °C máxima) y los más fríos son diciembre y enero (15.8 °C mínima). La precipitación promedio anual es de 1,030.5 mm y la época más lluviosa comprende de mayo a octubre (1,546.9 mm) (Álvarez-Castañeda y Álvarez 1991; Chávez, 2008). La fisiografía del área está constituida por lomeríos con llanuras y por terrenos del Cretácico Superior, con rocas sedimentarias como calizas con horizontes de lutitas intercaladas (Lo+Vp+Hh/2; INEGI 2010).

4.2 Descripción de la cueva.

La cueva de San Francisco se encuentra entre las 100 cuevas más grandes de México con un profundidad de 1.7 km. Presenta una entrada única de unos 30 metros de ancho por diez metros de alto (Chávez, 2008). En el exterior de la cueva, hay un arroyo

donde descargan aguas residuales provenientes de la zona rural aledaña. Este cuerpo de agua altamente contaminado atraviesa la cueva. Dentro de los primeros cinco metros de la cueva hay un altar en el que se puede apreciar que se realizan ritos continuamente, ya que se pudo observar en cada visita una gran cantidad de veladoras encendidas y flores. Se percibe que la cueva es constantemente visitada, pues también se logra observar residuos sólidos (basura) que no corresponde a desechos de los ritos realizados.

4.3 Trabajo de campo.

El trabajo de campo se llevó a cabo de febrero a agosto de 2013 en La Cueva “San Francisco”. Se realizaron muestreos mensuales de tres noches consecutivas utilizando una red de niebla de nueve metros de longitud a una distancia aproximada de 15 metros de la entrada a la cueva. Debido a que, en la cueva vive una colonia aproximada 10,000 individuos de *Tadarida brasiliensis* (Chávez, 2008; López, 2009), la red se abrió después de la salida de la colonia (20:30 hrs.), con el fin de evitar la saturación de la red con esta población. Cada noche de muestreo se anotó el horario de operación de la red, manteniendo cinco horas-red/noche de muestreo diario. De esta forma se aplicó un esfuerzo total de muestreo de 105 horas-red.

Los murciélagos capturados fueron identificados a nivel de especie con la ayuda de guías de campo (Reid, 1997; Medellín *et al.*, 2008). Se hizo un registro fotográfico para cada ejemplar, y se obtuvieron los datos de clase de edad (juveniles y adultos) y sexo, posteriormente se aplicó un marcaje semipermanente con un marcador de tinta indeleble en el ala derecha (para evitar que los individuos capturados se volvieran a examinar) y se liberaron a los individuos en el lugar de captura una vez examinados.

4.4 Registro y colecta de ectoparásitos.

Cada individuo de murciélago capturado se inspeccionó para buscar la presencia de ectoparásitos. Una vez ubicados, los ectoparásitos se contaron y se extrajeron tres ejemplares de cada morfoespecie identificada con la ayuda de pinzas de disección y un

pincel con alcohol al 70% para facilitar la colecta del ectoparásito (Komeno y Linhares, 1999). Las muestras de ectoparásitos colectadas fueron colocadas en un frasco con alcohol a 70% y se etiquetaron con los datos correspondientes de colecta para su identificación en laboratorio (Villegas-Guzmán *et al.*, 2005).

Para cada individuo de murciélago se registró el número de individuos (abundancia) de ectoparásitos, así como las morfoespecies (riqueza) y el lugar de infestación en el cuerpo del hospedero. Una vez registrados todos los datos correspondientes, los murciélagos se liberaron cerca de la cueva para evitar que cayeran nuevamente en la red.

4.5 Identificación y análisis de los ectoparásitos.

En el laboratorio se revisó cada individuo de las morfoespecies colectadas, utilizando un microscopio estereoscópico y se identificaron con la ayuda de claves especializadas (Guimarães y Andretta, 1956; Wenzel *et al.*, 1966; Wenzel, 1976). Para el caso de los ácaros (Familia: Mesostigmata) encontrados se consultó con un especialista, sin embargo, aún no se han logrado identificar a que familia corresponden, por lo que se manejan en los análisis como morfoespecies. Todos los ejemplares estudiados (especímenes voucher) están depositados en la Colección Entomológica de ECOSUR, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas (ECO-SC-E).

4.6 Análisis de datos.

Para realizar el análisis de datos, el trabajo se dividió en dos partes. En la primera parte se hizo un estudio descriptivo de la comunidad de murciélagos en relación a la comunidad componente de macro-ectoparásitos, en la cual se tomó en cuenta todos los ectoparásitos encontrados, tanto las especies identificadas como las morfoespecies. La segunda etapa consistió en estimar la prevalencia, abundancia e intensidad de infección de las especies de los macro-ectoparásitos en relación con los atributos (sexo y edad) de cada población capturada de las especies de hospederos. Para dicho análisis solo se

tomó en cuenta a los ectoparásitos que se pudieron identificar a nivel de especie. Cabe señalar que aunque la especie *Tadarida brasiliensis* fue capturada solo en los meses de febrero y marzo, y que ninguno de los individuos presentó ectoparásito. Sin embargo, se decidió no tomar en cuenta a esta especie ya que podría representar un sesgo debido a que el tamaño de la muestra fue pequeña (diez) en relación al tamaño de la colonia reportada para esta especie en este sitio (10,000 individuos; Chávez 2008; López, 2009).

4.7 Parámetros cuantitativos de la comunidad de murciélagos (hospedero).

4.7.1 Diversidad

Se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') en cada una de las especies de murciélago dado que este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra y mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar (Moreno, 2001). Por lo anterior, es uno de los índices más utilizados en la literatura, lo cual permitirá que los resultados de este estudio puedan compararse con datos de otros estudios.

Dominancia: Se utilizó el índice no paramétrico de Berger-Parker (d), el cual permite conocer la proporción de la especie más abundante respecto del número total de individuos en la muestra (Magurran, 1988).

Diversidad Beta: Representa la tasa de cambio o reemplazo en la composición entre diferentes comunidades que integran un paisaje. Una de las formas de medirla es mediante los índices de similitud, estos índices sirven para comparar la composición de comunidades y determinar qué tan parecidas son entre sí, con respecto a su diversidad. Para estimar la similitud cuantitativa entre la composición específica de las comunidades componentes de ectoparásitos en las diferentes especies de hospederos se utilizó el coeficiente de similitud de Bray-Curtis, que considera las abundancias relativas de cada especie (Krebs, 1989; Brower *et al.*, 1997; Moreno, 2001). Con los índices de similitud

calculados por pares de las especies de hospederos se construyó de forma tabular una matriz, la que permitió la construcción gráfica de un dendrograma mediante ligamento promedio no ponderado (Krebs, 1989). Todos los índices se calcularon con el programa Past 3.0 (Hammer *et al.*, 2001). El análisis de diversidad y similitud solo se aplicó para las especies de murciélagos con tamaño de muestra mayor a diez individuos, y que al mismo tiempo albergaran a más de dos especies de macro-ectoparásito.

4.8 Parámetros cuantitativos de las poblaciones de ectoparásitos

4.8.1 Prevalencia

La prevalencia es el porcentaje de hospederos infectados con uno o más individuos de una especie de ectoparásito en particular, dividido por el número total de hospederos examinados para esa especie de parásito. Se expresa generalmente como un porcentaje cuando se usa descriptivamente, y como proporción cuando se incorpora en los modelos matemáticos, y representa una medida sencilla de presencia/ausencia de las especies de ectoparásitos en una muestra de hospederos a los que clasificaremos en dos grupos: infectados y no infectados (Bush *et al.*, 1997).

4.8.2 Abundancia

De acuerdo a Bush *et al.* (1997) la abundancia de parásitos está representada por el número de individuos de una especie en particular presente en un individuo o una población de hospederos de una misma especie, sin importar si hay o no individuos infectados.

4.8.3 Intensidad de infección

La intensidad de infección representa el número de individuos de una especie particular de ectoparásito que se encuentran infectando a una sola especie de hospedero (Bush *et al.*, 1997).

La abundancia e intensidad son parámetros que representan una medida de la densidad de las poblaciones de ectoparásitos. Éstos difieren entre sí, en la intensidad no

pueden existir valores de cero, ya que para calcularlo únicamente se considera a la subpoblación de individuos infectados, mientras que para la abundancia se toman en cuenta a todos los individuos de una población, estén infectados o no, y por lo tanto sí pueden existir valores de cero (Bush *et al.*, 1997).

La prueba de Mann-Whitney U-test es una prueba no paramétrica que tiene la ventaja de tener como supuesto que las muestras de las población comparadas tienden a tener valores más grandes en relación a la otra muestra (Crofton, 1971), es por ello que esta prueba es utilizada por varios autores para comparar la abundancia y la intensidad de infección, cuando se trabaja con parásitos, ya que tiene la virtud de que no depende de la distribución de los datos, y que compara otras características de las distribuciones en lugar de las medias, como lo hacen otras pruebas (Rózsa *et al.*, 2000).

La prueba de Chi- cuadrada (X^2) se utilizó para comparar las prevalencias debido a que esta comparación no se refiere a las cantidades de parásitos, sino que muestra si las proporciones de hospederos infectados son significativamente diferentes entre las muestras (Rózsa *et al.*, 2000).

Para evaluar si los atributos intrínsecos de los hospederos como la clase de edad y sexo son condiciones que influyen sobre la prevalencia de ectoparásitos, se calculó la prevalencia para los atributos sexo (macho/hembra) y edad: (juveniles/adultos), posteriormente se compararon los valores de cada uno de los atributos mediante una prueba de X^2 con una probabilidad de $P \leq 0.05$ para aceptar como significativo el resultado del estadístico.

De igual manera, para determinar si el sexo y la edad del hospedero son variables que favorecen la abundancia y la intensidad de infección, se determinaron los valores de abundancia e intensidad para cada uno de los atributos; macho/hembra y juveniles/adultos y se compararon los valores obtenidos mediante una prueba de U Mann-

Whitney. Todos los análisis estadísticos de poblaciones componentes de macro-ectoparásitos se llevaron a cabo con el programa SPSS.

5. RESULTADOS

5.1 Descripción de la comunidad de murciélagos cavernícolas

Se registraron un total de 12 especies de murciélagos, correspondientes a tres familias (Mormoopidae, Phyllostomidae y Vespertilionidae). La familia Phyllostomidae fue la que presentó mayor número de especies (nueve), siendo *Artibeus jamaicensis* la más abundante con 417 individuos capturados; las especies *Sturnira ludovici* y *Chiroderma salvini* fueron las menos abundantes con solo un registro durante el estudio. La familia Vespertilionidae estuvo representada por dos especies, donde *Myotis velifer* fue la más abundante con 73 individuos y *Eptesicus fuscus* con solo un individuo. Finalmente de la familia Mormoopidae solo se registró una especie, *Pteronotus parnellii* con 16 individuos (Tabla 1).

Tabla 1. Especies y abundancia de murciélagos capturados en la Cueva San Francisco, municipio La Trinitaria, Chiapas.

Familia	Especie de hospedero	Abundancia
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i> Leach, 1821	417
	<i>Diphylla ecaudata</i> Spix, 182	17
	<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy St.-Hilaire, 1810)	18
	<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	9
	<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy St. Hilaire, 1810)	4
	<i>Sturnira ludovici</i> Anthony, 1924	1
	<i>Artibeus toltecus</i> (Saussure, 1860)	5
	<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1976)	7
	<i>Chiroderma salvini</i> Dobson, 1878	1
Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i> (Gray, 1843)	16
Vespertilionidae	<i>Myotis velifer</i> (H. A. Allen, 1890)	73
	<i>Eptesicus fuscus</i> (Palisot de Beauvois, 1796)	1
TOTAL		569

5.1.1 Macro-ectoparásitos asociados a la comunidad de murciélagos cavernícolas

De las 12 especies de murciélagos registradas en este estudio no se observó la presencia de macro-ectoparásitos en las especies *Eptesicus fuscus* y *Chiroderma salvini*. En las diez especies restantes de murciélagos, se registró un total de siete morfoespecies (Anexo 1) de macro-ectoparásitos, de las cuales se logró identificar a tres a nivel de especies: *Metelasmus pseudopterus* Coquillett, 1907, *Trichobius joblingi* Wenzel, 1966 y *Megistopoda aranae* Coquillett, 1899, las cuales pertenecen a la familia Streblidae (Diptera) y son conocidas como moscas de murciélagos. Las cuatro morfoespecies restantes (ácaros de la familia: Mesostigmata) no se han logrado identificar y por lo tanto, para este trabajo las manejamos como Morfo-1, Morfo-2, Morfo-3 y Morfo-4 (Tabla 2; Anexo 1).

Tabla 2. Abundancia y riqueza de macro-ectoparásitos asociados registrados por especie de hospederos en la Cueva San Francisco, La Trinitaria, Chiapas.

Hospedero	Morfo1	Morfo2	Morfo3	Morfo4	<i>T. joblingi</i>	<i>M. pseudopterus</i>	<i>M. aranae</i>	Total de especies
<i>A. jamaicensis</i>	2092	282	142	-	173	32	77	6
<i>D. ecaudata</i>	-	-	-	2	54	3	-	3
<i>D. rotundus</i>	-	-	-	-	162	-	-	1
<i>P. parnellii</i>	-	-	-	-	119	5	-	2
<i>S. liliium</i>	-	6	-	-	-	1	-	2
<i>S. ludovici</i>	-	5	-	-	-	2	-	2
<i>M. velifer</i>	-	24	-	-	-	-	-	1
<i>A. lituratus</i>	-	-	-	-	2	-	-	1
<i>G. soricina</i>	-	-	-	-	5	-	-	1
<i>A. toltecus</i>	-	-	-	-	-	-	2	1
Tota de individuos	2092	396	142	2	515	43	77	

5.1.2 Diversidad de macro-ectoparásitos en especies de hospederos

Para estimar la diversidad de especies de macro-ectoparásitos en murciélagos, se establecieron los siguientes criterios: la muestra por especie de hospederos debía ser mayor a diez individuos, y debía de presentar más de dos especies o morfoespecies de macro-ectoparásitos. De acuerdo a esto, el análisis de diversidad se aplicó para cuatro especies de murciélagos: *Artibeus jamaicensis*, *Diphylla ecaudata*, *Pteronotus parnellii* y *Sturnira lilium*.

La especie *Artibeus jamaicensis* fue el hospedero con mayor diversidad de ectoparásitos ($H'=0.922$) dentro de la comunidad de murciélagos, ya que tenía mayor riqueza y abundancia. También se observó que la comunidad componente de macro-ectoparásitos para este hospedero no está distribuida equitativamente, ya que el valor de dominancia ($d = 0.748$) se acerca a uno indicando que Morfo-1 fue la especie dominante en *A. jamaicensis*. Por otro lado, en los hospederos *Pteronotus parnellii* ($H'=0.169$; $d = 0.960$) y *Diphylla ecaudata* ($H'=0.347$; $d = 0.915$) se observó menor diversidad de macro-ectoparásitos, en estos dos hospederos se encontró que el ectoparásito *Trichobius joblingi* fue la especie dominante en ambas comunidades componentes (Fig. 2).

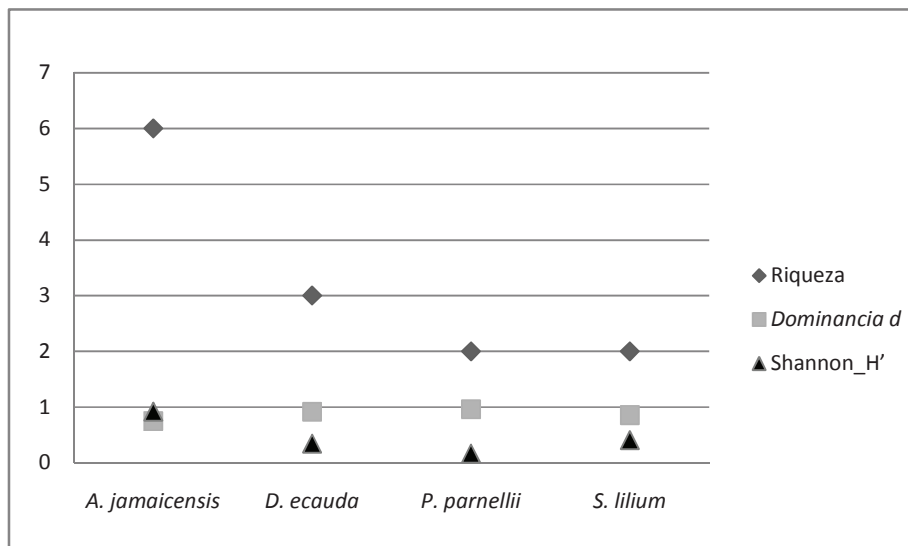


Figura 2. Diversidad de macro-ectoparásitos en cuatro especies de murciélagos en la Cueva San Francisco, municipio La Trinitaria, Chiapas.

5.1.3 Similitud entre hospederos de acuerdo a los macro-ectoparásitos que comparten

De acuerdo al índice de similitud de Bray-Curtis (Is), las comunidades componentes encontradas en las especies de murciélagos mostraron en general un alto grado de similitud faunística. Se formaron dos grandes grupos en donde se despliegan dos subgrupos, se puede apreciar que *A. jamaicensis* se separa de todas las especies. De los dos subgrupos que se forman, se observa que las comunidades componentes más similares; son las formadas por *Sturnira lilium* y *S. ludovici* (Is =71.43) y la segunda formada por *Pteronotus parnellii* y *Desmodus rotundus* las cuales compartieron más del 80% de sus especies de ectoparásitos (Is = 83.2). Entre las dos especies de murciélagos hematófagos; *D. rotundus* y *Diphylla ecaudata*, compartieron menos de la mitad de su fauna de macro-ectoparásitos (Is = 48.87; Fig. 3).

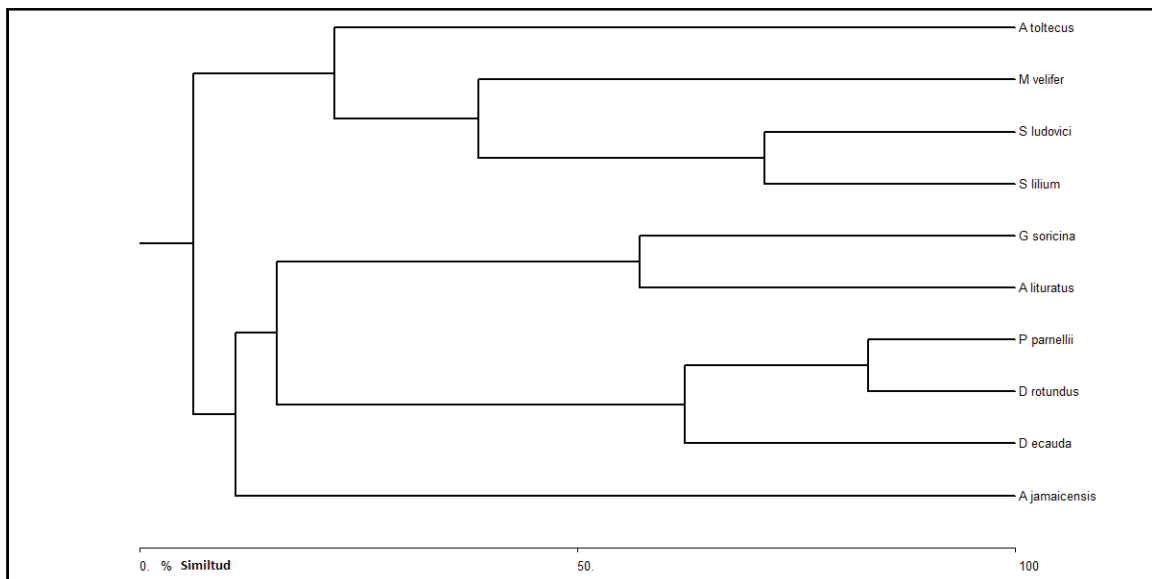


Figura 3. Dendrograma de similitud faunística de ectoparásitos entre especies de acuerdo a las especies de macro-ectoparásitos que comparten, basado en el índice de similitud de Bray-Curtis.

5.2 Descripción de la comunidad componente de macro-ectoparásitos registrada en cuatro especies de murciélagos cavernícolas

Para realizar este análisis se trabajó con cuatro de las nueve especies de murciélagos que presentaron estréblidos, esto debido a que el tamaño de muestra de algunas especies de hospederos fue demasiado pequeña, o no se contaba con suficientes individuos para dividirlos por grupo de sexo y edad (Tabla 3).

Tabla 3. Número de individuos (n) por sexo y clase de edad de murciélagos hospederos analizados en las pruebas de prevalencia, abundancia e intensidad de infección de estréblidos.

Especie hospedero	No. de individuos	Sexo		Edad	
		Macho	Hembra	Juvenil	Adulto
<i>A. jamaicensis</i>	417	182	235	290	127
<i>D. ecaudata</i>	17	5	12	0	17
<i>D. rotundus</i>	18	12	6	0	18
<i>P. parnellii</i>	16	9	7	0	16

5.2.1 Prevalencia de macro-ectoparásitos

La especie *Trichobius joblingi* estuvo presente en las cuatro especies de hospederos analizadas y tuvo la mayor prevalencia (23%) dentro de la comunidad estudiada ($n = 468$), mientras que, el macro-ectoparásito *Metelasmus pseudopterus* tuvo el valor más bajo 4.7% y se registró en tres especies de hospederos (Tabla 3). Por su parte, el macro-ectoparásito *Megistopoda aranea* se registró en una sola especie de hospedero (*Artibeus jamaicensis*) y tuvo una prevalencia del 10% en dicha población. El hospedero *Pteronotus parnellii* tuvo el valor más alto de prevalencia (87.5%; $n = 119$) del macro-ectoparásito *T. joblingi*, mientras que el valor más bajo por parte de este ectoparásito correspondió a la población capturada de *Artibeus jamaicensis* (18.3%; $n = 173$; Fig. 4).

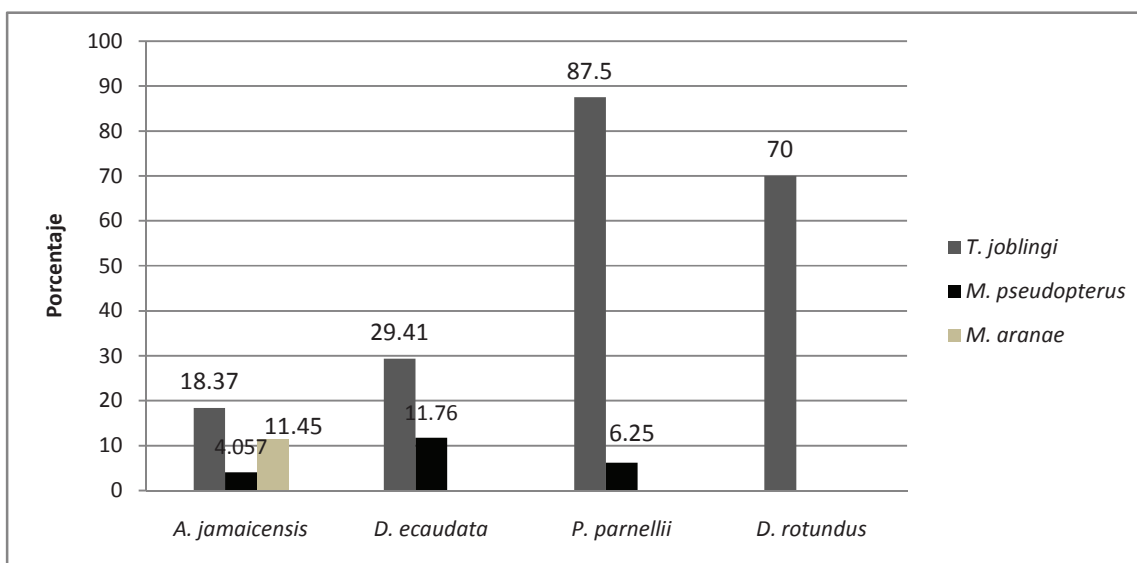


Figura 4. Porcentaje de prevalencia de macro-ectoparásitos en cuatro especies de murciélagos en la Cueva San Francisco, La Trinitaria, Chiapas.

4.2.1 Prevalencia por sexo de los hospederos.

En el hospedero *Desmodus rotundus* se encontraron diferencias significativas de la prevalencia de *Trichobius joblingi* entre machos y hembras ($X^2 = 4.500$, $n = 18$ gl = 1, $P = 0.034$), siendo mayores las tasas de prevalencia en las hembras. Por otra parte, para los individuos de los hospederos *Artibeus jamaicensis* ($n = 417$), *Diphylla ecaudata* ($n = 17$) y *Pteronotus parnellii* ($n = 16$) los resultados mostraron que no hay diferencia significativa entre machos y hembras en relación a la prevalencia de los ectoparásitos registrados para estas especies de hospederos, por lo que, se determinó que el sexo del hospedero en una especie afecta y en otras no afecta la prevalencia de ectoparásitos en estas especies de hospederos (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados de la prueba de X^2 de prevalencia de macro-ectoparásitos en relación al sexo del hospedero

	<i>Artibeus jamaicensis</i>			<i>Diphylla ecaudata</i>		<i>Pteronotus parnellii</i>	
	<i>T. joblingi</i>	<i>M. pseudopterus</i>	<i>M. aranae</i>	<i>T. joblingi</i>	<i>M. pseudopterus</i>	<i>T. joblingi</i>	<i>M. pseudopterus</i>
X^2	0.371	1.385	2.943	0.383	2.87	1.778	0.830
P	0.542	0.50	0.230	0.536	0.238	1.82	0.362

4.2.1.1 Prevalencia por clase de edad del hospedero.

Se observó que la prevalencia de *Trichobius joblingi* en *A. jamaicensis* puede ser explicada por la clase de edad, ya que se encontraron valores más altos de prevalencia en juveniles que en adultos ($X^2 = 61.337$ y $P = 0.001$). Mientras que, para los macro-ectoparásitos *Metelasmus pseudopterus* ($X^2 = 1.385$ y $P = 0.500$) y *Megistopoda aranae* ($X^2 = 2.943$ y $P = 0.230$) no se encontraron diferencias significativas entre adultos y juveniles.

4.2.2 Abundancia de macro-ectoparásitos.

La especie *Trichobius joblingi* fue la especie que presentó mayor abundancia en las cuatro especies de hospederos analizadas (*Artibeus jamaicensis*, *Diphylla ecaudata*, *Pteronotus parnellii* y *Desmodus rotundus*), seguida de *Megistopoda aranae*, la cual solo se registró en el hospedero *A. jamaicensis*; finalmente *Metelasmus pseudopterus* fue la menos abundante, aunque cabe mencionar que esta se registró en tres especies de hospederos (*Artibeus jamaicensis*, *Diphylla ecaudata* y *Pteronotus parnellii*; Tabla 2).

4.2.2.1 Abundancia por sexo del hospedero.

En *Desmodus rotundus* se encontró que el sexo de este hospedero sí influye en la abundancia de *Trichobius joblingi*. En este caso se observaron diferencias significativas entre la abundancia en hembras y machos, siendo mayor en hembras (Mann-Whitney U = 9.000; n = 18, $P = 0.009$). Por su parte, la prueba estadística Mann-Whitney U mostró que no hay diferencias significativas entre machos y hembras de los hospederos *Artibeus jamaicensis*, *Diphylla ecaudata* y *Pteronotus parnellii*. De esta manera, el sexo para estos hospederos no influye en la abundancia de ectoparásitos (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de la prueba de Mann-Whitney, en relación al sexo de cada especie de hospedero.

	<i>Artibeus jamaicensis</i>			<i>Diphylla ecaudata</i>		<i>Pteronotus. parnellii</i>	
	<i>T. joblingi</i>	<i>M. pseudopterus</i>	<i>M. aranae</i>	<i>T. joblingi</i>	<i>M. pseudopterus</i>	<i>T. joblingi</i>	<i>M. pseudopterus</i>
U	21123	21061	20102	26.50	27	17.500	28.000
P	0.751	0.438	0.058	0.721	0.647	1.000	0.378

4.2.2.2 Abundancia por edad de los hospederos.

Para el hospedero *Artibeus jamaicensis*, la prueba de Mann-Whitney sugiere que *Trichobius joblingi* ($U = 12282$; $P \leq 0.00$) y *Metelasmus pseudopterus* ($U = 17405$; $P = .038$) son significativamente más abundantes en juveniles que en adultos. Mientras que, para *Megistopoda aranae* los resultados no mostraron diferencias significativas ($U = 17319$; $P = 0.155$).

4.2.3 Intensidad de infección.

Trichobius joblingi fue la especie con las mayores tasas de intensidad de infección en tres especies de hospederos, mientras que el macro-ectoparásito *Megistopoda arane* fue en la que se registró el valor más bajo de intensidad de infección (Tabla 6).

Tabla 6. Intensidad de infección de ectoparásitos por hospedero. E/H representan el promedio de ectoparásitos por cada individuo de hospedero infectado.

	<i>Trichobius joblingi</i>	<i>Metelasmus pseudopterus</i>	<i>Megistopoda aranae</i>
<i>Artibeus jamaicensis</i>	2 E/H	2 E/H	2 E/H
<i>Diphylla ecaudata</i>	11 E/H	2 E/H	0 E/H
<i>Desmodus rotundus</i>	13 E/H	0 E/H	0 E/H
<i>Pteronotus parnellii</i>	8 E/H	5 E/H	0 E/H

De acuerdo a los resultados obtenidos se encontró que la intensidad de infección dentro de la comunidad de murciélagos capturados no mostró diferencia entre machos y hembras (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados de la prueba de Mann-Whitney para intensidad de infección en relación al sexo de cada especie de hospedero

	<i>Artibeus jamaicensis</i>		<i>Desmodus rotundus</i>		<i>Diphylla ecaudata</i>		<i>Pteronotus. parnellii</i>	
	T.	M.	M.	T. <i>joblingi</i>	T.	M.	T.	M.
	<i>joblingi</i>	<i>pseudopterus</i>	<i>aranae</i>		<i>joblingi</i>	<i>pseudopterus</i>	<i>joblingi</i>	<i>pseudopterus</i>
U	27653	26010	19029	30.11	32.11	29.98	22.000	30.000
P	0.751	0.438	0.058	1.000	0.984	0.767	1.000	0.996

5 DISCUSIÓN

En este estudio se revisó un importante número de individuos (569) y especies (12) de hospederos. La mayoría de las especies de murciélagos revisados en el presente

estudio no habían sido estudiadas en otros trabajos bajo la perspectiva de la relación parásito-hospedero. Aunque los estudios de diversidad de ectoparásitos en murciélagos en México son escasos, existen registros sobre la riqueza de ectoparásitos en murciélagos a lo largo del Continente Americano; en dichos estudios se documenta que *A. jamaicensis* es una de las especies que alberga mayor riqueza de especies de ectoparásitos (46), seguido de *D. rotundus*, en el cual se han registrado 18 especies de ectoparásitos (Tamsitt y Fox, 1970; Anciaux de Faveaux, 1971; Greenhall *et al.*, 1983; Wenzel y Tipton, 1996;). En cuanto a la diversidad de especies de macro-ectoparásitos registrada en este estudio, la especie de murciélago con mayor riqueza de ectoparásitos fue *A. jamaicensis* que coincide con lo reportado por Colín (2007).

En el presente trabajo se encontró a una especie de macro-ectoparásito no reportada para *A. jamaicensis* y *P. parnellii* en Chiapas (*Trichobius joblingi*). En el trabajo de Guerrero y Morales-Malacara (1996) sobre los estréblidos en murciélagos del Centro y Sur de México, se registraron para *A. jamaicensis* dos especies de estréblidos: *Trichobius intermedius* y *Nycterophilla coxata*, mientras que, para *Pteronotus parnellii* se reporta a *Trichobius johnsonae*. Otro estudio realizado en Chiapas (Colín, 2006) reportó que *A. jamaicensis* alberga a dos especies de la familia Streblidae; *Metelasmus pseudopterus* y *Megistopoda aranae*, pero no hubo registro de *Trichobius joblingi*, al igual que en el trabajo de Guerrero y Morales-Malacara (1996). Sin embargo, en una revisión completa de la ecología y los ectoparásitos para la especie *A. jamaicensis* se registran 46 especies parásitas encontradas desde México, Centro y Sudamérica entre las cuales sí se registra a *T. joblingi* (Ortega y Castro-Arellano, 2001). De acuerdo a esto, se considera que la ausencia de *T. joblingi* en el hospedero *A. jamaicensis* en los trabajos de Guerrero y Morales-Malacara (1996) y Colín (2006) pueden deberse al tamaño de muestra de los hospederos revisados, ya que para el primer estudio se revisaron 106 individuos de diversas especies de murciélagos, sin embargo, no se indica cuántos de estos individuos

correspondieron a la especie de *A. jamaicensis*. En el caso del trabajo realizado por Colín (2006) indica que la muestra fue de 12 ejemplares de *A. jamaicensis*, mientras que nosotros obtuvimos un total de 417 ejemplares de esta especie.

Dentro de la comunidad de murciélagos cavernícolas capturados en este estudio, el macro-ectoparásito *Tichobius joblingi* mostró ser el más importante dentro de la comunidad de murciélagos capturados, ya que además de ser la especie más prevalente entre los hospederos, también fue la más abundante en cuatro especies de estos hospederos. Por lo anterior y con base en observaciones personales, se considera que el éxito de éste macro-ectoparásito dentro de la comunidad de murciélagos puede ser explicada a la gran movilidad que tiene dicho macro-parásito, ya que en repetidas ocasiones al momento de manipular físicamente a los murciélagos, éste macro-ectoparásito se movía del hospedero hacia las personas que los manipulamos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo y otros estudios en donde se reporta a *T. joblingi*, en especies como *Carollia perspicillata* y *Sturnira ludovici* (Guerrero y Morales-Malacara, 1996), se infiere que esta especie es generalista. Por su parte, el macro-ectoparásito *Megistopoda aranae* se registró únicamente en *A. jamaicensis*, esto puede deberse a que este macro-ectoparásito es más específico en cuanto al hospedero a parasitar como lo reporta Overal (1980), quien menciona que *M. aranea* es el ectoparásito más común de la especie *A. jamaicensis* en Panamá. Esta mosca se ha encontrado infestando al 60% de los individuos de esta especie de hospedero. El autor también señala que su aparición en otros hospederos es esporádica y probablemente accidental.

Con el dendrograma obtenido en este estudio se observó que entre los murciélagos hospederos hay un alto grado de similitud faunística de ectoparásitos. Se formaron dos grupos por su mayor similitud de comunidades componentes. Se puede apreciar que la especie *A. jamaicensis*, se separa completamente de estos grupos. La

explicación de este patrón interesante se puede explicar en la estructura de la comunidad componente en esta especie de hospedero, que difiere en gran medida a las comunidades componentes de macro-ectoparásitos de los otros hospederos. La población de *A. jamaicensis* presentó mayor diversidad de macro-ectoparásitos, de las cuales dos especies se registraron únicamente en esta especie y no se encontraron en los demás hospederos, aunado a esto, el macro-ectoparásito más abundante para este hospedero fue una de las especies que no se registró en las otras nueve especies de hospederos, mientras que, el macro-ectoparásito más abundante dentro de la comunidad de hospederos (*Trichobius joblingi*) tuvo una baja abundancia en *A. jamaicensis*.

Por otro lado, llama la atención que entre las dos especies de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus* y *Diphylla ecaudata*) que son filogénicamente cercanas y con ecología similar, se observó menor similitud de su comunidad componente. En general, a excepción de *Sturnira lilium* y *Sturnira ludovici* (que están estrechamente relacionadas filogenéticamente) no se aprecia una relación entre la composición de las comunidades de macro-ectoparásitos de los grupos formados, así como en las dietas de las especies de hospederos que conforman dichos grupos. Estos resultados difieren a lo reportado por otros autores quienes señalan que la mayoría de las especies de moscas de murciélagos son específicas a una sola especie de hospedero. También cuando estas especies de estréblidos parasitan a más de una especie de hospedero, a menudo estos hospederos están relacionadas filogenéticamente (Wenzel, 1976; Patterson *et al.*, 1998; Dick y Gettinger, 2005). Otros estudios apuntan a que la relación depende de las dietas y requerimientos ambientales y ecológicos de los hospederos (Watve y Sukumar, 1995; Klimpel *et al.*, 2007), un ejemplo es el que encontró Colín (2006), en la familia Phyllostomidae, que con base a los ectoparásitos compartidos se formaron dos grupos de murciélagos: los frugívoros y nectarívoros.

En México, aunque existen estudios realizados con murciélagos y ectoparásitos, dichos estudios son pocos y difieren tanto en las especies de hospederos, como en la de los ectoparásitos analizados en este trabajo, es por ello, que resulta difícil realizar una comparación. Sin embargo, basándonos en los trabajos realizados en otros países del Continente Americano, con los murciélagos como grupo, se ha encontrado que el tamaño de la población de los hospederos, determina la prevalencia e intensidad de infección de ectoparásitos de la familia Streblidae. De esta manera, se ha reportado que poblaciones grandes de hospederos registran mayores valores de prevalencia e intensidad de infección de moscas (Dick y Patterson, 2006). Por lo anterior, se esperaría que *A. jamaicensis* y *M. velifer* (especies que se encontraron más abundantes en esta investigación) presentarán las tasas más altas de prevalencia e intensidad de infección de especies de la familia Streblidae. Sin embargo, los valores más altos de prevalencia e intensidad de infección de estréblidos correspondieron *P. parnellii* y *D. rotundus* especies con abundancias relativamente bajas.

No todas las especies encontradas se registraron a lo largo de todo el muestreo, algunas sólo se presentaron en ciertos meses y otras exclusivamente en una o dos ocasiones. Esto puede deberse a que no todas las especies usan las cuevas con la misma frecuencia. Para algunas especies las cuevas son su principal refugio; mientras que otras las utilizan como un sitio alternativo, y además hay especies que las pueden llegar a ocupar forma ocasional o esporádica (Arita, 1993).

Con base en lo anterior y de acuerdo a los resultados obtenidos en relación a la prevalencia y abundancia de intensidad de infección en los murciélagos, se infiere que los hospederos *Artibeus jamaicensis*, *Diphylla ecaudata*, *Desmodus rotundus* y *Pteronotus parnellii* utilizan la cueva San Francisco como refugio permanente, a diferencia de las otras especies de murciélagos registradas en la cueva, las cuales tuvieron poca o nula riqueza y abundancia de macro-ectoparásitos estréblidos. Esto concuerda en parte con lo

reportado por Arita (1993) en donde indica que las especies *P. parnellii*, *D. rotundus*, *D. ecaudata* y *T. brasiliensis* usan las cuevas como su principal refugio; sin embargo, con base en la tasa de captura de *A. jamaicensis* en el presente estudio se considera que esta especie actualmente está utilizando esta cueva como refugio principal.

Se observó que los hospederos *Artibeus jamaicensis* y *Desmodus rotundus* tienen una tendencia positiva en la prevalencia y abundancia de los macro ectoparásitos *T. joblingi* y *Megistopoda aranae*. El macro-ectoparásito *Tichobius joblingi* tiende a presentar preferencia por edad y sexo en *Desmodus rotundus* donde la prevalencia y la abundancia de *T. joblingi* variaban en relación al sexo y en el caso de *A. jamaicensis* la prevalencia y la abundancia de *T. joblingi* tienden a variar con la edad del hospedero. Patterson *et al.* (2008) describieron los niveles de parasitismo de estréblidos en 47 especies de murciélagos machos y hembras, entre los cuales estuvieron presentes los hospederos *Diphylla ecaudata* y *Pteronotus parnellii*. Aunque en dicho estudio no se menciona explícitamente qué especies de murciélagos fueron las que presentaron diferencias entre machos y hembras, concluyen que en general hubo diferencias significativas entre machos y hembras en los niveles de infestación así como la riqueza y abundancia de estréblidos. En la mayoría de los casos las pruebas mostraron que las hembras eran más frecuentes y fuertemente parasitadas. Aunque ellos también señalan que tuvieron algunas diferencias metodológicas, ellos confirman las conclusiones principales de Presley y Willig (2008) que señalan que las hembras son generalmente más fuertemente atacadas por ectoparásitos.

Algunos autores mencionan que la riqueza y abundancia de ectoparásitos y la preferencia por las hembras puede deberse a la diferencia en la selección de refugio de machos y hembras (Patterson *et al.*, 2008; Zahn y Rupp, 2004; Krasnov *et al.*, 2002). Las hembras pueden seleccionar dormitorios de mayor calidad que atraen a un mayor número de murciélagos, que a su vez facilitan mayores niveles de infestación. Las hembras en

muchas especies de murciélagos se perchan en colonias de maternidad densas (McCracken, 1984; Patterson *et al.*, 2008). Las moscas que parasitan a los murciélagos, tienen la capacidad de desplazarse entre los individuos que conforman la colonia, dado que al estar perchados en un mismo refugio (ya sea de maternidad, de reproducción o de hibernación) los individuos están muy cercanos unos a otros, lo que facilita el movimiento de estas moscas (Overal, 1980). Por otra parte, en general las hembras en muchas especies de mamíferos presentan tasas de sobrevivencia mayor, lo que podría explicar porqué los ectoparásitos tienen mayor afinidad con las hembras al momento de parasitarlas. Un estudio realizado con la especie *Tadarida brasiliensis* encontraron que las hembras tenían mayor prevalencia de ectoparásitos que los machos. Se plantean dos hipótesis sobre esto: la primera atribuida al comportamiento del hospedero como la mayor o menor actividad territorial y/o contacto con otros de su especie (Bursten *et al.*, 1997; Fernández, 1985; Muñoz, *et al.*, 2003). La segunda hipótesis se refiere a diferencias químicas (de la piel, hormonas circulantes) o morfológicas del hospedero que hacen que un sexo sea una mejor o peor fuente de alimento o un medio para adquirir una ventaja reproductiva (Bursten *et al.*, 1997; Muñoz, *et al.*, 2003). Por lo anterior, se infiere que debido a la estrecha relación de las hembras con sus crías, éstas pueden transmitir las moscas estréblidas a las crías, por lo cual los juveniles también muestran mayor prevalencia y abundancia de ectoparásitos.

En cuanto a la intensidad de infección dentro de la comunidad de murciélagos capturados, la escasa diferencia entre los atributos propios de cada especie de hospedero (sexo y edad) pudo deberse a la naturaleza del parámetro utilizado, ya que al tomar en cuenta solo a los hospederos infectados la muestra se redujo, aunado a esto el hecho de dividir a la población infectada por grupos de machos y hembras y juveniles y adultos esta disminuyó aún más las poblaciones de hospederos, por lo que se recomienda para

estudios posteriores que se trabaje con una muestra mayor para poder determinar la intensidad de infección.

Con base a los resultados obtenidos en este estudio y de acuerdo a la literatura encontrada, se puede apreciar que las especies de murciélagos que registraron mayor riqueza y abundancia de macro-ectoparásitos (*A. jamaicensis*, *P. parnellii* y *D. ecaudata*) no están tan estrechamente emparentadas, dado que pertenecen a familias y por ende a géneros diferentes, de igual manera, no presentan una estructura social, ni hábitos alimenticios similares. Varios estudios sugieren que los hábitos de refugio pueden impactar significativamente los niveles de parasitismo (ter Hofstede y Fenton, 2005; Patterson *et al.*, 2007; Bordes *et al.*, 2008). Un estudio enfocado en el efecto de los hábitos de percha de los murciélagos sobre la riqueza y abundancia de las moscas de la familia Streblidae, se encontró que los hábitos de percha favorecen significativamente la intensidad de infección de parásitos cuando hay una alta fidelidad a refugios cerrados, dando como resultado una alta prevalencia, abundancia y riqueza de especies de ectoparásitos en los hospederos (Patterson *et al.*, 2007) Las cuevas en particular, favorecen la interacción parasito-hospedero dando como resultado altos niveles de parasitismo en murciélagos cavernícolas, los cuales se incrementan si la cueva es utilizada como refugio permanente (Patterson *et al.*, 2007), ya que por un lado brindan las condiciones de humedad y temperatura adecuada para el desarrollo de los huevos, así como la localización de un hospedero (Graciolli y Barros de Carvalho, 2001; Dick, y Patterson, 2006; Patterson, *et al.*, 2007).

Por lo cual, se considera que la presencia de ectoparásitos así como la prevalencia, abundancia e intensidad de infección de éstos, están más relacionados con la fidelidad con la que usan La Cueva de San Francisco como refugio principal, ya que esta selección del refugio por parte de las diferentes especies de hospederos obedece a factores intrínsecos como lo son; preferencias basadas en necesidades metabólicas,

preferencia por sitios descubiertos o cerrados, experiencia previa, economía energética en relación al tamaño corporal, organización social, selección sexual, entre otros. Por otra parte, existen también factores extrínsecos a los murciélagos; forma del refugio, abundancia y disponibilidad de sitios, riesgos de depredación, distribución y abundancia de los recursos alimentarios, ambiente físico (Fenton, 1970; Humphrey, 1975; Gaisler, 1979; Kunz, 1982; Brigham *et al.*, 1997; Kerth *et al.*, 2000; Ortiz-Ramírez *et al.*, 2006). Esto apunta a que las especies de murciélagos que más diversidad y abundancia de ectoparásitos presentaron son especies que han permanecido en esta cueva por un largo periodo de tiempo, mientras que las otras especies utilizan la cueva como refugio alternativo para llevar a cabo funciones como la gestación, la hibernación, en algunos casos pudiese funcionar como sitio de descanso y digestión de la comida.

CONCLUSIONES

De las 12 especie de murciélagos hospederos registrados en la cueva de San Francisco, en el municipio La Trinitaria, se observó que diez especies presentaron alguna especie de ectoparásito. De éstos, se lograron identificar a tres especies de moscas (Diptera) de la familia Streblidae: *Trichobius joblingi*, *Metelasmus pseudopteris* y *Megistopoda aranae*.

Dentro de la comunidad de murciélagos capturados, *Artibeus jamaicensis* fue la especie de hospedero que presentó mayor riqueza de macro-ectoparásitos mientras la más baja correspondió a *Desmodus rotundus*.

De acuerdo a la presencia de macro-ectoparásitos registrados en cada especie de murciélagos, se formaron dos grandes grupos y se observó que la especie *Artibeus jamaicensis* se separa de estos grupos. Lo cual se debe a la estructura de la comunidad componente de estoparásitos que presenta. Las especies de hospederos más similares de acuerdo a la fauna de macro-ectoparásitos que compartían fueron *Pteronotus parnellii*

y *Desmodus rotundus*, *Sturnira liliium* y *S. ludovici*, y *P. parnellii* y *Diphylla ecaudata*, a excepción del grupo formado por *S. liliium* y *S. ludovici* no se encontró similitud entre las dietas de los hospederos que conformaron estos grupos.

El macro-ectoparásito *Trichobius joblingi* presentó los valores más altos de prevalencia e intensidad de infección. Por otra parte, el macro-ectoparásito *Metelasmus pseudopterus* tuvo los valores más bajos en los hospederos *P. parnellii* y *Diphylla ecaudata*. Finalmente el macro-ectoparásito *Megistopoda aranae* solo se registró en *Artibeus jamaicensis*.

En el hospedero *D. rotundus* la prevalencia y la abundancia de *Tichobius joblingi* fue mayor en hembras, mientras que en el hospedero *A. jamaicensis* la prevalencia de este mismo ectoparásito fue mayor en juveniles.

La cueva de San Francisco, es de gran importancia, tanto para las poblaciones de murciélagos, como para las poblaciones de macro-ectoparásitos de la familia Streblidae. Esto debido a que, durante el trabajo de campo, las especies más abundantes y con capturas constantes durante los meses de muestreo, fueron las que mostraron mayor riqueza y abundancia de macro-ectoparásitos. Se considera que dentro de la cueva "San Francisco" existe una comunidad componente de macro-ectoparásitos muy importante, es por ello, que los murciélagos que usan esta cueva como refugio principal son hospederos potenciales para las moscas de la familia Streblidae.

RECOMENDACIONES

La cueva de San Francisco en el municipio La Trinitaria juega un papel importante en la ecología de murciélagos como lo señalan varios autores quienes (Álvarez-Castañeda y Álvarez, 1991; Arita, 1993; Chávez, 2008) han documentado la alta diversidad de murciélagos que alberga esta cueva, en este estudio se encontró que además de ser el refugio de varias especies de murciélagos también alberga a una

comunidad importante de macro-ectoparásitos, es por ello que se recomienda realizar más estudios enfocados a la selección y uso de refugios de murciélagos en este sitio, para comprender mejor la interacción de parasito-hospedero con el refugio. De igual forma también se recomienda realizar estudios sobre la estructura de las colonias de murciélagos presentes en la cueva. Esto también podría complementarse realizando estudios enfocándose a la ecología de los ectoparásitos, ya que es un campo poco estudiado y es necesario información para complementar la interacción entre el parásito y el hospedero, así como de las comunidades componentes de ectoparásitos que se encuentran en cada especie de hospedero.

Se recomienda realizar estudios que se enfoquen a la selección y uso de refugios de los murciélagos realizando mapeos para determinar la distribución de las colonias de las diferentes especies de murciélagos que habitan en la cueva. Debido al alto grado de la contaminación en la cueva, también se recomienda realizar un estudio de impacto ambiental, además de llevar a cabo programas de educación ambiental dirigidos a funcionarios municipales y a la comunidad cercana a la cueva, en los cuales se resalte la importancia de esta cueva en diferentes procesos ecológicos y los problemas de salud que se pueden presentar por la contaminación de la cueva.

LITERATURA CITADA

- Altringham, J., T. Mc Owat, y L. Hammond. 1996. *Bat Biology and Behavior*. Oxford University Press, London, United Kingdom.
- Álvarez-Castañeda S. y T. Álvarez. 1991. Los murciélagos de Chiapas. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México, D. F. 212 p.
- Anciaux De Faveaux, M. 1971. Catalogue des Acariens parasites et commensaux des Chiropteres. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Brussels. p.201-237.
- Arita, H.T. 1993. Conservation biology of the cave bats of Mexico. *Journal of Mammalogy* 74:693-702.
- Atias, A. 1998. *Parasitología Médica*. Mediterráneo, Chile, 616 p.
- Begon, M., J.L. Harper y C.R. Townsend. 1996. *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. 3rd (ed.). Blackwell Science, Oxford, UK.
- Bernard, E. y M.B. Fenton. 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 35:262-277.
- Beloto, P.B., C.A. Cotrim, S.E. Favorito, G. Gracioli, M. Amaku y R. Pinto-da-Rocha. 2005. Bat flies (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae) parasitic on bats (Mammalia: Chiroptera) at Parque Estadual da Cantareira, São Paulo, Brazil: parasitism rates and host-parasite associations. *Memorias del Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 100(1):25-32.
- Bonaccorso, F.J., A. Arends, M. Genoud, D. Cantoni y T. Morton. 1992. Thermal ecology of moustached and ghost-faced bats (Moormopidae) in Venezuela. *Journal of Mammalogy* 73:365-378.
- Bordes, F. S. Monrad y G. Ricardo. 2008. Bat fly species richness in Neotropical bats: correlations with host ecology and hosts brain. *Oecologia* 128:109-116.

- Briggler, J.T. y J.W. Prather. 2003. Seasonal use and selection of caves by the eastern pipistrelle bat (*Pipistrellus subflavus*). *The American Midland Naturalist* 149:406-412.
- Brigham, R., M.J. Vonhof, R.M. Barclay y J.C. Gwilliam. 1997. Roosting behavior and roost site preferences of forest dwelling California bats (*Myotis californicus*). *Journal of Mammalogy* 78:1231-1239.
- Brower, J.E., J.H. Zar y C.N. Von Ende. 1997. *Field and laboratory methods for general ecology*. 4ta. Edition. Editorial McGraw-Hill. Estados Unidos 251 p.
- Bush, A.O., J.C. Fernández, G.W. Eschy y J.R. Seed. 2001. *Parasitism. The diversity and ecology of animal parasites*. Cambridge University Press. United Kingdom.
- Bush, A.O. y J.C. Holmes. 1986. Intestinal Heminths of lesser scaup ducks: an interactive community. *Canadian Journal of Zoology* 64:132-141.
- Bush, A.O., K. Lafferty, J. Lotzy y J.A. Shosta. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *Journal of Parasitology* 83:575-583.
- Bursten, S.N., R.B. Kimsey y D.H. Owing. 1997. Ranging of male *Oropsylla Montana* flea via male California ground squirrel (*Spermophilus beecheyi*) juveniles. *Journal of Parasitology* 83(5):804-809.
- Canaris, A.G. y J.M. Kinsella. 2007. Helminth communities of three sympatric species of shorebirds (Charadrii) from four summer seasons at Bristol Bay, Alaska. *Journal of Parasitology* 93:485-490.
- Ceballos, G., y J.A. Simonetti. 2002. Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales. CONABIO. México. p.377-414.
- Ceballos, G. y J. Arroyo-Cabrales. 2012 Lista Actualizadas de los mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época* 2(2)27

- Chávez, G.C. 2008. Diversidad de murciélagos en la cueva de San Francisco (Zapaluta), La Trinitaria, Chiapas. Tesis de licenciatura México. Universidad Autónoma de Querétaro. 47 p.
- Caire, W., L. Hornuff y N. Sohrabi. 1985. Stimuli used by *Trichobius major* (Diptera, Streblidae) to locate its bat host, *Myotis velifer*. *Southwestern Naturalist* 30:405-412.
- Colín, H. 2006. Artropodofauna epizoica de murciélagos filostómidos (Chiroptera: Phyllostomidae) en un cafetal del sureste de Chiapas, México. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. 87 p.
- Combes, C. 2001. *Parasitism: The Ecology and Evolution of Intimate Interactions*, University of Chicago Press.
- Combes, C. 2005. *The Art of Being a Parasite*. Chicago University Press 291 p.
- Crofton, H.D. 1971. A quantitative approach to parasitism. *Parasitology* 62:179-193.
- Da Fonseca, F. 1957. Notas de Acarologia. XLIV. Inquérito sobre e fauna acarológica de parasitos no nordeste do Brasil. *Memórias do Instituto Butantan* 28:99-186.
- Dick, C.W. 2006. High host specificity of obligate ectoparasites. *Ecological Entomology* 32:446-450.
- Dick, C.W. y D. Gettinger. 2005. A faunal survey of streblid flies (Diptera: Streblidae) associated with bats in Paraguay. *Journal of Parasitology* 91:1015-1024.
- Dick, C.W. y B.D. Patterson. 2006. Bat flies-obligate ectoparasites of bats. p.179-194 In Morand, S., Krasnov, B.R. y Poulin, R. (eds.). *Micromammals and macroparasites: from evolutionary ecology to management*. Springer-Verlag, Tokyo.647 p.
- Dixon, W.D. 2011. The role of small caves as bat hibernacula in Iowa. *Journal of Cave and Karst Studies* 73(1):21-27.
- Dobson, A.P. y P.J. Hudson. 1986. Parasites, disease and the structure of ecological communities. *Trends in Ecology and Evolution* 1:11-15.

- Durden, L.A., T.L. Best, N. Wilson y C.L. Hilton. 1992. Ectoparasites mites (Acari) of sympatric Brazilian free-tailed bats and big brown bats in Alabama. *Journal of Medical Entomology* 29:507-511.
- Esch, W.G., A.O. Bush y J.M. Aho. 1990. *Parasite communities, patterns and processes*. Chapman and Hall, New York, U.S.A. 335 p.
- Estrada-Peña, A.F y C. Sánchez-Acedo. 1998. Las garrapatas (Acarina: Ixodidae y Argasidae) parásitas de murciélagos (Mammalia: Chiroptera). Estudio de los hospederos. *Revista Ibérica Parasitologica* 48(3):313-321.
- Evelyn, M.J., y D.A. Stiles. 2003. Roosting requirements of two frugivorous bats (*Sturnira lilium* and *Arbiteus intermedius*) in fragmented neotropical forest. *Biotropica* 35:405-418.
- Fenton, M.B. 1970. Population studies of *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Ontario. *Life Sciences Contributions Royal Ontario Museum* 77:1-34.
- Fenton, M.B. 1983. Roosts used by the African bat *Scotophilus leucogaster* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Biotropica* 15:129-132.
- Fernández, J.B. 1985. Estudio parasitológico de *Merluccius australis* (Hutton, 1872) (Pisces: Merlucciidae): aspectos sistemáticos, estadísticos y zoogeográficos. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile)* 56:31-41.
- Fritz, G.N. 1983. Biology and ecology of bat flies (Diptera: Streblidae) on bats in the genus *Carollia*. *Journal of Medical Entomology* 20:1-10.
- Gaisler, J. 1979. Ecology of bats. In *Ecology of small mammals*, D. M. Stoddart (eds.). Chapman Hall, London, p.281-342
- Galindo, G.C., Q.A. Sánchez y R.H. Quijano. 2004. Population dynamics of a resident colony of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in central México. *Biotropica* 36:382-391.

- Graciolli, G y C.J. Barros de Carvalho. 2001. Moscas ectoparasitas (Diptera, Hipposcoidea) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) Do estado do Paraná. II. Streblidae. Chave pictórica para generos e especies. Revista Brasil Zoologia 18(3):907-960.
- Greenhall, M.A., G. Joermann y U Schmidt. 1983. *Desmodus rotundus*. Mammalian Species 202:1-6. <http://www.science.smith.edu/msi/>
- Guerrero, R. 1997. Catálogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parásitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Nuevo Mundo. VII. Lista de especies, hospedadores y países. Acta Biológica de Venezuela 17:9-24.
- Guerrero, R. 1998. Notes on Neotropical batflies (Diptera, Streblidae). I. The genus *Trichobius*, with description of two new species and new subspecies from Venezuela. Acta Parasitologica 43:86-93.
- Guerrero, R. y J.B. Morales-Malacara. 1996. Streblidae (Diptera: Calypttratae) parásitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) cavernícolas del centro y sur de México, con descripción de una especie nueva del género *Trichobius*. Anales Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 67(2):357-373.
- Guimarães, L.R. y M.A.V. D'Andretta. 1956. Sinopse dos Nycteribiidae (Diptera) do Novo Mundo. Arquivos de Zoología do Estado de Sao Paulo 10(1):1-184.
- Hafner, M.S. y R.D.M. Page. 1995. Molecular phylogenies and host-parasite coevolution: gophers and lice as a model system. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B 349:77-83.
- Hafner, M.S., J. W. Demastes, D.J. Hafner, T.A. Spradling, P.D. Sudman y S.A. Nadler. 1998. Age and movement of a hybrid zone: implications for dispersal distance in pocket gophers and their chewing lice. Evolution 52:278-282.

- Hammer, O., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):9
http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Hoffman, A. 1990. Los trombicúlidos de México (Acarida: Tromboculidae). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Publicaciones Especiales 2:1-275.
- Horváth, A. 2013. Diversidad y situación de conservación de los murciélagos. p. 370-372. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Chiapas, México.
- Humphrey, S. 1975. Nursery roost and community diversity of nearctic bats. *Journal of Mammalogy* 56:321-346.
- Imaz, E., J.R. Aihartza y M.J. Totorika. 1999. Ectoparasites on bats (Gammasida, Ixodida, Diptera) in Biscay (Northern Iberia Peninsula). *Miscelania Zoologica* 22:21-30.
- Johnson, K.P., R.J. Adams, R.D.M. Page y D.H. Clayton. 2003. When do parasites fail to speciate in response to host speciation? *Systematic Biology* 52:37-47.
- Kerth, G., K. Weissmann y B. König. 2000. Day roost selection in female Bechtein's bats (*Myotis bechteinii*): a field experiment to determine the influence of roost temperature. *Oecologia* 8:1-15.
- Klimpel, S., M. Fôrstery S. Gûnter. 2007. Parasites of two abundant sympatric rodents' species in relation to host phylogeny and ecology. *Parasitology Research* 100:867-875.
- Komeno C.A. y A.X. Linhares. 1999. Bat flies parasitic on some phyllostomid bats in Southeastern Brazil: parasitism. Rates and host-parasite relationships. *Memorias del Instituto Oswaldo Cruz* 94:151-156.

- Krasnov, B.R., G.I. Shenbrot, S.G. Medvedev, V.S. Vatschenok y I.S. Khokhlova. 1997. Host-habitat relations as an important determinant of spatial distribution of flea assemblages (Siphonaptera) on rodents in the Negev Desert. *Parasitology* 114:159-173.
- Krasnov, B.R., G.I. Shenbrot, I.S. Khokhlova, S.G. Medvedev y V.S. Vatschenok. 1998. Habitat dependence of a parasite-host relationship: flea (Siphonaptera) assemblages in two gerbil species of the Negev Desert. *Journal of Medical Entomology* 35:303-313.
- Krasnov, B., G. Shenbrot y I. Khokhlova. 2002. The effect of host density on ectoparasite distribution: an example of a rodent parasitized by fleas. *Ecology* 83:164-175.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper and Row Publishers, New York 654 p.
- Kunz, T. 1982. Roosting ecology of bats. In *Ecology of bats*, T.H. Kunz (ed.). Plenum, New York p.1-55.
- Kurta, A. 1985. External insulation available to a non-nesting mammal, the little brown bat (*Myotis lucifugus*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 82:413-420.
- Lafferty, D.K. y M.A. Kuris. 2001. Trophic strategies, animal diversity and body size. *Trends in Ecology y Evolution* 17(11):507-513.
- Linsay, L.R. y T.D. Galloway. 1997. Seasonal activity and temporal separation of four species of fleas (Insecta: Siphonaptera) infesting Richardson's ground squirrels, *Spermophilus richardsonii* (Rodentia: Sciuridae) in Manitoba, Canada. *Canadian Journal of Zoology* 75:1310-1322.
- Loomis, R.B. 1956. The chigger mites of Kansas (Acarina, Trombiculidae). *The University of Kansas Science Bulletin* 37(19):1195-1427.
- López, D.L. 2009. Dieta de *Tadarida brasiliensis* mexicana en el noroeste y sur de México en el contexto de la fenología del maíz (*Zea mays*). Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. 149 p.

- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- Marinkelle, C.J. y E.S. Grose. 1981. A list of ectoparasites of Colombia bats. *Revista de Biología Tropical* 29:11-20.
- Mccracken, G.F. 1984. Communal nursing in Mexican free-tailed bat maternity colonies. *Science* 223:1090-1091.
- McNab, B.K. 1974. The behavior of temperate cave bats in a subtropical environment. *Ecology* 55:943-958.
- McNab, B.K. 1986. The Influence of food habits on the energetics of eutherian Mammals. *Ecological Monographs* 56:1-19.
- Medellín, R.A., H.T. Arita y H.O. Sánchez. 1997. Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. Publicaciones Especiales 2. 83 p.
- Medellín, R.A., M. Equihua y M. Amín. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforest. *Conservation Biology* 14:1666-1675.
- Medellín, R.A., H.T. Arita y H.O. Sánchez. 2008. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo. 2a edición. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 78 p.
- Messenger, S.L., C.E. Rupprecht y J.S. Smith. 2003. Bats, emerging virus infections, and the rabies paradigm. In: Kuntz, T.H. y M.B. Fenton (eds.). *Bat ecology*. The University of Chicago Press, Chicago, p.622-679.
- Minchella, D.J. y M.E. Scott. 1991. Parasitism: A Cryptic Determinant of Animal Community Structure. *Trends in Ecology and Evolution* 6(8):250-254.
- Morales-Malacara, J.B. y W.R. López. 1990. Epizoic fauna of *Plecotus mexicanus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Tlaxcala, México. *Journal Medical Entomology* 27:440-445.







- Morales-Malacara, J.B. 2001. New morphological analysis of the bat wing mites of the genus *Periglischrus* (Acari: Spinturnicidae). p.185-195. In: Halliday, R.B., D.E. Walter, H.C. Proctor, R.A. Norton y M.J. Colloff (eds.). *Acarology: Proceedings of the 10th International Congress*. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia.
- Morales-Malacara, J.B., C. Guzmán-Cornejo y G. López-Ortega. 2002. A New Species of the Genus *Eudusbabekia* (Acari: Prostigmata: Myobiidae) on *Leptonycteris nivalis* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Central México. *Journal Medical Entomology* 39:343-349.
- Morales-Malacara, J.B. y J. Juste. 2002. Two new species of the genus *Periglischrus* (Acari: Mesostigmata: Spinturnicidae) on two bat species of the genus *Tonatia* (Chiroptera: Phyllostomidae) from Southeastern Mexico, with additional data from Panama. *Journal Medical Entomology* 39(2):298-311.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M. y T. Manuales y Tesis SEA Vol. 1. Zaragoza 84 p.
- Morrison, D.W. 1979. Apparent male defense of tree hollows in the fruit bat *Artibeus jamaicensis*. *Journal of Mammalogy* 60:11-15.
- Muñoz, L., M. Aguilera y E. Casanueva. 2003. Prevalencia e intensidad de ectoparásitos asociados a *Tadarida brasiliensis* (Geoffroy y Saint-Hilaire, 1824) (Chiroptera: Molossidae) en Concepción Guyana 67(1):1-8.
- O'Farrell, M.J., B. Millery y W.L. Gannon. 1999. Qualitative identification of free-flying bats using anabat detector. *Journal of Mammalogy* 89(1):11-23.
- Ortega, J. y H.T. Arita. 1998. Neotropical-neartic limits in middle America as determined by distributions of bats. *Journal of Mammalogy* 79:772-783.
- Ortega, J. y Castro-Arellano I. 2001. *Artibeus jamaicensis*. *Mammalian Species* 662:1-9.
<http://www.science.smith.edu/msi/>

- Ortiz-Ramírez, D., C. Lorenzo, E. Naranjo y L. León-Paniagua. 2006. Selección de refugios por tres especies de murciélagos frugívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:261-270
- Overal, W.L. 1980. Host-relations of the bat fly *Megistopoda aranea* (Diptera: Streblidae) in Panama. *University of Kansas Science Bulletin* 52:1-20.
- Patterson, B.D., J.W. Ballard y R.L. Wenzel. 1998. Distributional evidence for cospeciation between Neotropical bats and their bat fly ectoparasites. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 33:76-84.
- Patterson, D.B., W.C. Dick y K. Dittmar. 2007. Roosting habits of bats affect their parasitism by bat flies (Diptera: Streblidae). *Journal of Tropical Ecology* 23(02):177-189.
- Patterson, D.B., W.C. Dick y K. Dittmar. 2008. Sex biases in parasitism of neotropical bats by bat flies (Diptera: Streblidae). *Journal of Tropical Ecology* 24(4):387-396.
- Pérez, J., E.J. Granados, R.C. Soriquer y I. Ruiz-Martínez. 1996. Prevalence and seasonality of *Oestrus caucasicus* Grunin, 1948 (Diptera: Oestridae) parasiting the spanish ibex, *Capra pyrenaica* (Mammalia: Artiodactyla). *Journal of Parasitology* 82(2):233-236.
- Poiani, A. 1992. Ectoparasitism as a possible cost of social life: A comparative analysis using Australian passerines (Passeriformes). *Oecologia* 92:429-441.
- Poulin, R. y S. Morand. 2000. The diversity of Parasites. *The Quarterly Review of Biology* 75(3):277-293.
- Poulin, R. y S. Monrad. 2004. *Parasite Biodiversity*. Smithsonian Institution Press. Washington D.C.

- Presley, S.J. y M.R. Willig. 2008. Intraspecific patterns of ectoparasite abundances on Paraguayan bats: effects of host sex and body size. *Journal of Tropical Ecology* 24:75-83.
- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 21:21-82.
- Reid, F.A. 1997. A field guide to the mammals of central and southeast Mexico. Oxford University Press. New York. United States of America. 334p.
- Retana, O.G. y C. Lorenzo. 2002. Lista de los mamíferos terrestres de Chiapas. Endemismo y estado de conservación. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 85:25-49.
- Ross, A. 1961. Biological studies on bat ectoparasites of the genus *Trichobius* (Diptera: Streblidae) in North America, north of Mexico. *Wasmann Journal of Biology* 19:229-246.
- Rózsa, L., J. Reiczigel y G. Majoros. 2000. Quantifying Parasites in Samples of Hosts. *Journal of Parasitology* 86(2):228-232.
- Rydell, J., H.T. Arita, M. Santos y J. Granados. 2002. Acoustic identification of insectivorous bats (order Chiroptera) of Yucatan, Mexico. *Journal of Zoology* 257:27-36.
- Sheeler-Gordon, L.L. y R.D. Owen. 1999. Host tracking or resources tracing? The case of periglischrus wing mites (Acarina: Spinturnicidae) of leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae) from Michoacán, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 76:85-102.
- Soliman, S., A.S. Marzouk, A.J. Main y A.A. Montasser. 2001 Effect of sex, size and age of comensal ray hosts on the infestation parameters of their ectoparasites in a rural area of Egypt. *Journal of Parasitology* 87:1308-1316

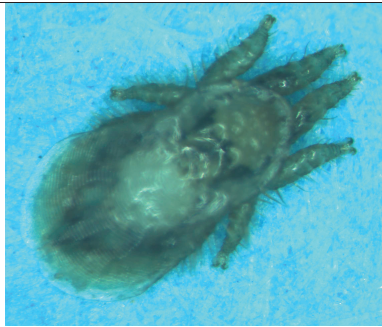
- Tamsitt, J.R. y I. Fox. 1970. Records of bat ectoparasites from the Caribbean region (Siphonoptera, Acarina, Dipstera). *Canadian Journal of Zoology* 48:1093-1097.
- Teeling, E.C., M.S. Springer, O. Madsen, P. Bates, S.J. O'Brien y W.J. Murphy. 2005. A Molecular Phylogeny for Bats Illuminates Biogeography and the Fossil Record. *Science* 307(5709):580-584.
- ter Hofstede, H.M. y M.B. Fenton 2005. Relationships between roost preferences, ectoparasite density, and grooming behavior of neotropical bats. *The Zoological Society of London* 266:333-340.
- Villegas-Guzmán, G., C. López-González y M. Vargas. 2005. Ectoparasites Associated to Two Species of *Corynorhinus* (Chiroptera: Vespertilionidae) from the Guanaceví Mining Region, Durango, Mexico. *Journal of Medical Entomology* 42(2):125-127.
- Watve, M.G. y R. Sukumar. 1995. Parasite abundance and diversity in mammals: Correlates with host ecology. *The Proceedings of the National Academy of Sciences Online U.S.A.* 92:8495-8949.
- Wenzel, R.L. 1976. The streblid bat flies of Venezuela (Diptera: Striblidae). *Bringham Young University Science Bulletin* 20:1-177.
- Wenzel, R.L. y V.J. Tipton. 1996. *Ectoparasites of Panama*. Field Museum of Natural History, Chicago, 861 p.
- Wenzel, R.L., V.J. Tipton y A. Kiewlicz. 1966. The streblid batflies of Panama (Diptera: Calypterae: Streblidae). In "Ectoparasites of Panama", Wenzel, R.L. y V.J. Tipton (eds.). p.405-675, Field Museum of Natural History, Chicago, Illinois, USA.
- Zahn, A. y D. Rupp. 2004. Ectoparasite load in European Vespertilionid bats. *Journal of Zoology* 262:383-391.

Anexo 1. Fotografías de los macro-ectoparásitos colectados en murciélagos capturados en la cueva “San Francisco”, municipio de La trinitaria, Chiapas.

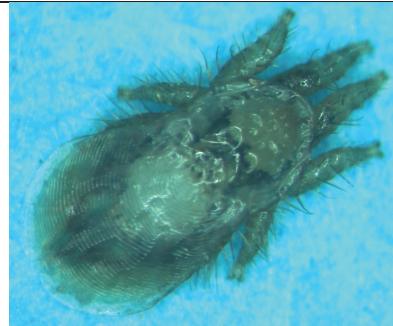
	
<i>Trichobius joblingi</i> (Foto: Liliana Tlapaya Romero)	
	
<i>Megistopoda aranae</i> (Foto: Benigno Gómez y Gómez)	
	
<i>Metelasmus pseudopterus</i> (Foto: Benigno Gómez y Gómez)	



Morfo 1(Foto: Benigno Gómez y Gómez)



Morfo 2 (Foto: Liliana Tlapaya Romero)



Morfo 3 (Foto: Liliana Tlapaya Romero)



Morfo 4 (Foto: Benigno Gómez y Gómez)

