



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS
DE HIDALGO**

División de Estudios de Posgrado

FACULTAD DE BIOLOGÍA

Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas

Área temática: Biología Evolutiva

**ANÁLISIS DE REDES DE INTERACCIÓN MURCIÉLAGOS-
INSECTOS ECTOPARASITOS EN DOS SITIOS CON
DIFERENTE TIPO DE MANEJO EN LÁZARO CÁRDENAS,
MICHOACÁN.**

TESIS

Que presenta:

Biól. Esmeralda Cardona Orozco

Como requisito para obtener el grado profesional de

Maestra en Ciencias Biológicas

Director de tesis: Dr. Luis Felipe Mendoza Cuenca

Co-Directora: Dra. Yvonne Herrerías Diego.

Morelia, Michoacán, Mayo 2020





*Los ganadores nunca se rinden, los que se
rinden nunca ganan...*

J.J.C.A.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá por siempre estar presente y por el apoyo incondicional, sin ti nada de esto sería posible, eres mi principal motivación para seguir adelante y siempre serás mi ejemplo a seguir, gracias por todo lo que has dado te amo.

A mis hermanos gracias por el apoyo brindado sé que siempre puedo contar con ustedes, son parte importante de mi vida y una gran motivación para seguir adelante.

A Mauricio por qué eres quien más me ha aguantado en este proceso y sin tu apoyo y tus consejos no hubiera sido posible lograrlo. Gracias por siempre estar cuando te he necesitado y por alentarme a ser mejor tanto académicamente como personalmente, por ser mi mejor amigo y el mejor compañero de aventuras. Este logro es de ambos.

A mi asesor el Dr. Luchito por adoptarme cuando no tenía a donde ir y por la confianza y el apoyo brindado. Al Dr. Alejandro por la paciencia, consejos, apoyo moral y por siempre estar cuando necesitaba ayuda. Al estimado Dr. Juan por el apoyo en la identificación de los ejemplares, por los consejos y por recibirme en su laboratorio con gran calidez. A la Dra. Yvonne por la confianza para realizar este proyecto y al Dr. Eduardo por los valiosos y acertados consejos durante los tutorales.

A mis compañeros del Laboratorio de Vida Silvestre porque de alguna manera u otra fueron un apoyo, gracias por compartir conmigo sus conocimientos y su tiempo. A mi amiga Frechia por todos los consejos y el apoyo, y por hacer este proceso más ameno con buenos momentos.

A la institución CONACYT por la beca otorgada durante el proceso de la maestría.

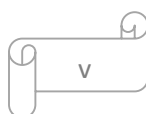
CONTENIDO

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
HIPÓTESIS	9
Predicciones.....	9
OBJETIVO GENERAL	10
Objetivos particulares.....	10
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	11
Área de estudio.....	11
Sitios de muestreo	11
CAPTURA DE MURCIÉLAGOS Y ECTOPARÁSITOS.....	13
Captura de murciélagos.....	13
Extracción e identificación de ectoparásitos	13
PROCESAMIENTO DE DATOS	14
Análisis de redes de interacción.....	14
RESULTADOS.....	16
Riqueza y abundancia de murciélagos y ectoparásitos.....	16
Índices parasitológicos	16
Análisis de red murciélagos-ectoparásitos	16
Métricas de la red	16
DISCUSIÓN	26
CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFÍA.....	31
ANEXO	42

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Mapa de Lázaro Cárdenas, Michoacán y puntos de captura de murciélagos e insectos ectoparásitos.....	12
Figura 2. Redes de interacción bipartita de murciélagos-insectos ectoparásitos.....	18
Figura 3. Módulos generados en la red bipartita de murciélagos-insectos ectoparásitos del Bosque.....	21
Figura 4. Papel funcional de las especies de murciélagos e insectos ectoparásitos dentro de la red modular del Bosque.....	21
Figura 5. Módulos generados en la red bipartita de murciélagos-insectos ectoparásitos del Cultivo.....	22
Figura 6. Papel funcional de las especies de murciélagos e insectos ectoparásitos dentro de la red modular del Cultivo.....	22
Figura 7. Redes de interacción murciélagos-insectos ectoparásitos mensuales del sitio de Bosque.....	24
Figura 8. Redes de interacción murciélagos-insectos ectoparásitos mensuales del sitio Cultivado.....	25
Tabla 1. Especies de Murciélagos e insectos ectoparásitos colectado en Lázaro Cárdenas, Michoacán, con parámetros parasitológicos.....	42

.



RESUMEN

Las interacciones entre murciélagos y sus insectos ectoparásitos se ven afectadas por diversos factores entre los cuales se encuentran los relacionados con los interactuantes y con factores independientes a estos como las modificaciones en su hábitat. Los cambios ocasionados por estos factores modifican las redes de interacción entre estos organismos al afectar tanto la riqueza, como la abundancia y la especialización entre los interactuantes. Se estudiaron los patrones en las redes de interacción murciélago-insectos ectoparásitos en sitios que presenten diferente tipo de manejo, en Lázaro Cárdenas, Michoacán. Los resultados indican que la red de interacción murciélago-insectos ectoparásitos en sitios de bosque presentan una mayor riqueza y abundancia de especies para ambos grupos, además de presentar un grado de especialización alto entre sus interactuantes, observándose una red modular donde la mayoría de las especies de insectos ectoparásitos presentaban interacciones solamente dentro del módulo y con una especie de murciélago. En cuanto al sitio cultivado las interacciones dentro de la red fueron menos especializadas, ya que la mayoría de las especies de insectos ectoparásitos presentaban interacciones con más de una especie de murciélago, por lo cual los módulos dentro de la red fueron menos definidos y presentaron especies de insectos ectoparásitos presentes en más de un módulo. La red de interacción murciélago-insectos ectoparásitos formada en nuestro sitio modificados presento especies de insectos ectoparásitos menos especializados a una sola especie de murciélago, esto debido a la disminución en los sitios de percha, obligando a los murciélagos a usar los sitios restantes y a convivir con especies diferentes tanto de murciélagos como de insectos ectoparásitos, lo cual promueve la aparición de nuevas interacciones y la disminución en la especialización de los interactuantes.

Palabras clave: Quirópteros, Streblidae, Moscas, Relación, Especialización.

ABSTRACT

The interactions between bats and their ectoparasite insects are affected by various factors, among which are those related to the interacting ones and factors independent of these, such as changes in their habitat. The changes caused by these factors modify the interaction networks between these organisms by affecting both wealth, abundance and specialization among the interacting ones. Patterns in bat-insect ectoparasites interaction networks were studied at sites that present different types of management, in Lazaro Cardenas, Michoacán. The results indicate that the bat-insect ectoparasites interaction network in forest sites present a greater richness and abundance of species for both groups, in addition to presenting a high degree of specialization among their interacting subjects, observing a modular network where most of the species of ectoparasites insects showed interactions only within the module and with a species of bat. Regarding the cultivated site, the interactions within the network were less specialized, since the majority of the ectoparasitic insect species had interactions with more than one species of bat, therefore the modules within the network were less defined and have species of ectoparasite insects occurring in more than one module. The bat-ectoparasites insect interaction network formed at our modified site have less ectoparasites insect specialized to a single bat species, this due to the decline in perch sites, forcing bats to use the remaining sites and to coexist with different species of bats and ectoparasites insects, which promotes the appearance of new interactions and the decrease in the specialization of the interacting ones.

INTRODUCCIÓN

En las comunidades los organismos de la misma especie o de especies diferentes interactúan de diversas maneras para sobrevivir (Alexander, 1974; Tylianakis *et al.*, 2010; Cagnolo & Valladares, 2011). Las interacciones pueden regular el tamaño poblacional, el tipo de interacción se pueden distinguir por los resultados que representan para las especies interactuantes en términos de adecuación, supervivencia y fecundidad, así por ejemplo los resultados de la Competencia (- -), Depredación (+ -), Parasitismo (+ -), Mutualismo (+ +) y Detrivoría (+ 0) (Begon *et al.*, 2006).

En el caso particular del parasitismo, un parásito obtiene beneficios de su huésped sin llegar a ocasionarle la muerte, aunque afectándolo de diversas maneras tales como reduciendo su crecimiento, reproducción y supervivencia (Sandland & Minchella, 2003; Begon *et al.*, 2006). Existen diferentes formas de clasificar a los parásitos: a) de acuerdo a la ubicación en la que se encuentran en el huésped, i) ectoparásitos o ii) endoparásitos (Begon *et al.*, 2006). b) Con base al número de huéspedes a los que puede parasitar i) especialista o ii) generalista (Poulin *et al.*, 2006). Los insectos ectoparásitos se clasifican dependiendo del número de huéspedes que parasiten: monoxeno, se encuentran sólo en una especie de huésped; oligoxeno, se encuentra en dos o más especies de congéneres; pleioxeno, se encuentra en una familia o polixeno, se encuentra en huéspedes de familias diferentes (Marshall, 1982; Seneviratne *et al.*, 2009; Autino *et al.*, 2011).

Las interacciones huésped-parásito son sensibles a los cambios en el hábitat como pueden ser la fragmentación o la modificación en el uso de suelo, al provocar un aumento o disminución en las densidades y riqueza de los interactuantes (Wolinska & King, 2009; Budria & Candolin, 2014). De igual forma, los rasgos de historia de vida del huésped como tamaño corporal, sexo, mortalidad, hábitos de anidación o descanso y tamaño de la población, influyen marcadamente en el tamaño de la comunidad de parásitos, la dispersión y la especialización de estos con sus huéspedes (Morand *et al.*, 2004; Krasnov *et al.*, 2005; Presley, 2011).

En particular los murciélagos pueden ser un buen modelo para evaluar el impacto de cambios en el hábitat en las interacciones huésped-parásito. Los murciélagos presentan

diferentes hábitos de vida, estrategias de forrajeo y se encuentran en una amplia variedad de hábitats, además de presentar una gran variedad tanto de endoparásitos (Caspeta-Mandujano *et al.*, 2017; Jiménez *et al.*, 2017) como ectoparásitos (Morales-Malacara, 1998; Morales-Malacara & Juste, 2002; Guzmán-Cornejo *et al.*, 2004; Frank *et al.*, 2014; Cuxim-Koyoc *et al.*, 2015). Entre los ectoparásitos de murciélagos podemos encontrar diversos grupos de ácaros de las familias Spinturnicidae, Ixodidae, Argasidae, e insectos de los órdenes Díptera, Hemíptera y Siphonaptera (Ter Hofstede & Fenton, 2005; Tlapaya-Romero *et al.*, 2015; Barbier *et al.*, 2019).

Los dípteros ectoparásitos de las familias Streblidae y Nycteribiidae, son específicos de murciélagos. Estos presentan viviparidad adenotrófica, lo que significa que las primeras etapas de su ciclo de vida como huevos y larvas se desarrollan dentro del cuerpo de la hembra. Cuando la larva completa su desarrollo, las hembras larvipositan en las superficies de los sitios de percha (cuevas, troncos de árboles, vegetación). Una vez depositadas las larvas, estas pupan y posteriormente emerge un adulto el cual tendrá que localizar a su huésped para alimentarse y empezar su fase de ectoparásito (Ter Hofstede *et al.*, 2004; Patterson *et al.*, 2007; Patterson *et al.*, 2009; França *et al.*, 2013; Lira-Olguin *et al.*, 2015; Cuxim-Koyoc *et al.*, 2016; Cuxim-Koyoc *et al.*, 2018). Algunos dípteros presentan modificaciones para adaptarse a los hábitos de vida de sus huéspedes entre las cuales se ha observado: la reducción alar, pérdida de la capacidad para volar, la disminución de la capacidad visual, compresión lateral o dorsoventral del cuerpo y el desarrollo de estructuras para sujetarse al huésped como uñas o ventosas (Patterson *et al.*, 2009; Lira-Olguín *et al.*, 2015; Cuxim-Koyoc *et al.*, 2016; Cuxim-Koyoc *et al.*, 2018).

Las interacciones entre los murciélagos y sus insectos ectoparásitos se ven afectadas por diversos factores que dependen del nivel de organización biológica. A nivel de especie, el rasgo más importante de los huéspedes parece ser el tamaño corporal, ya que especies de murciélagos más grandes tienden a transportar cargas más especies de ectoparásitos aparentemente porque un mayor tamaño en el cuerpo representa un área más grande para parasitar (Patterson *et al.*, 2008a, 2008b; Presley & Willig, 2008; Patterson *et al.*, 2009).

Desde el punto de vista poblacional, la riqueza y abundancia de las especies de insectos ectoparásitos se ven influenciadas por los atributos de los murciélagos como son: 1)

densidad poblacional, donde las poblaciones de huéspedes más densas presentan una mayor riqueza de especies ectoparásitos, lo que se ha relacionado con una mayor probabilidad de encuentro y transmisión (Arneberg, 2002; Mbora & McPeck, 2009; Hussain *et al.*, 2013; Poulin, 2010); 2) A nivel de población el sexo también ha sido asociado con las interacciones entre parásitos y huéspedes, siendo las hembras las que presentan cargas parasitarias más grandes. Esto principalmente se ha asociado a la formación de colonias de maternidad densas, esta aglomeración conserva la temperatura adecuada para el crecimiento de los juveniles y a su vez facilita el movimiento de los insectos ectoparásitos entre los huéspedes que se encuentran en contacto (Patterson *et al.*, 2008b; Presley & Willig, 2008).

Además los insectos ectoparásitos también se ven afectados a nivel poblacional no sólo por las características de sus huéspedes si no también factores ambientales como temperatura y humedad, ya que son de gran importancia en su sobrevivencia y reproducción, donde temperaturas y humedad altas son consideradas como las condiciones más adecuadas para los insectos ectoparásitos (Marshall, 1982; Komeno & Linhares, 1999; Eriksson *et al.*, 2011; Rojas *et al.*, 2008; Moura De Souza Aguiar & Antonini 2011; Cuxim-Koyoc *et al.*, 2015). Por lo cual los hábitos de percha de sus huéspedes juegan un papel importante ya que se ha observado que los sitios de percha permanentes como cuevas, minas y grietas presentan condiciones de temperatura y humedad estables y favorables para los ectoparásitos. Estos sitios proporcionan una fuente constante de huéspedes y por lo tanto una mayor probabilidad de parasitar a las especies de murciélagos, además de proveer protección a los insectos ectoparásitos en sus primeros estadios de vida. Por el contrario sitios de percha efímeros como follaje o huecos de árboles, presentan condiciones de temperatura y humedad variables las cuales resultan perjudiciales para los insectos ectoparásitos. Estos sitios al ser usados sólo temporalmente reducen la probabilidad de encuentro entre ectoparásitos con sus huéspedes (Komeno & Linhares, 1999; Ter Hofstede & Fenton, 2005; Patterson *et al.*, 2007; Eriksson *et al.*, 2011; Moura De Souza Aguiar & Antonini, 2011; Bolívar-Cimé *et al.*, 2018).

En los últimos años los estudios sobre ectoparásitos de murciélagos se han centrado en descripciones taxonómicas de nuevas especies (Morales-Malacara, 1996; Graciolli & Rui,

2001), los cuales han incrementado nuestro entendimiento de la riqueza de especies parásitas en murciélagos. Por otro lado están los estudios que miden parámetros ecológicos y de infestación (Tlapaya-Romero *et al.*, 2015; Cuxim-Koyoc *et al.* 2015; Colín-Martínez *et al.*, 2018). En cuanto a los parámetros de infección se ha observado que poblaciones de murciélagos grandes y que usan sitios de percha permanentes presentan una mayor prevalencia e intensidad de infestación de especies de ectoparásitos (Tlapaya-Romero *et al.*, 2015; Cuxim-Koyoc *et al.*, 2015). Desde el punto de vista ecológico la riqueza de las especies de ectoparásitos se ha visto relacionada con la densidad de individuos en las comunidades de murciélagos, ya que se han encontrado relaciones positivas entre el número de murciélagos muestreados y la riqueza de ectoparásitos (Colín-Martínez *et al.*, 2018). Mientras que la abundancia de estos con la selección y fidelidad de los sitios de percha, ya que un refugio permanente como las cuevas facilitan la interacción murciélago-ectoparásitos y presentan condiciones de temperatura y humedad favorables para los insectos ectoparásitos (Tlapaya-Romero *et al.*, 2015).

Desde el punto de vista de la comunidad las modificaciones en el hábitat influyen en la riqueza y abundancia de las especies tanto de murciélagos como de insectos ectoparásitos (Gillespie & Chapman, 2008; Mbora & McPeck, 2009; Hussain *et al.*, 2013). Cambios en el hábitat conllevan a una disminución en la calidad de los sitios donde ellos habitan, principalmente porque hay una menor disponibilidad y accesibilidad tanto de alimento como de sitios de percha para los murciélagos (Medellín *et al.*, 2000; Roncancio & Estévez, 2007; Castro-Luna & Galindo-González, 2012; Bolívar-Cimé *et al.*, 2018).

Evaluaciones de cambios en el hábitat sobre la interacción parásito-huésped, se han enfocado principalmente en los endoparásitos (Gillespie & Chapman, 2008; Mbora & McPeck, 2009; Hussain *et al.*, 2013). En donde se ha observado un incremento en la riqueza y prevalencia de las especies de endoparásitos en los sitios con mayor cambio en su hábitat, esto debido a la reducción de los sitios de descanso y el incremento en la densidad de las colonias (Gillespie & Chapman, 2008; Mbora & McPeck, 2009; Hussain *et al.*, 2013). Los trabajos con ectoparásitos por su parte han reportado una reducción en la riqueza de ectoparásitos, lo cual ha sido asociado a la disminución en la probabilidad de encuentro y compatibilidad con sus huéspedes. Además de esto, la baja disponibilidad de

percha genera la formación de colonias multiespecíficas de murciélagos, incrementando la probabilidad de nuevas interacciones, alterando la especificidad y posiblemente el éxito de la interacción (Hernández-Martínez *et al.*, 2019; Urbietta *et al.*, 2018).

Esta relación entre los insectos ectoparásitos y los murciélagos forman redes de interacción, en donde se puede observar la estructura de la comunidad tanto de los huéspedes como de los ectoparásitos, el papel ecológico de cada interactuante, la complejidad de las interacciones y los patrones de especialización entre las especies (Cagnolo & Valladares, 2011; Farine & Whitehead, 2015; Lau *et al.*, 2017; Poisot *et al.*, 2016). En el caso particular de las redes de interacción murciélagos-insectos ectoparásitos se han determinado ciertos patrones. Se ha observado que las interacciones entre murciélagos y sus insectos ectoparásitos son muy especializadas y poco conectadas. Esto nos indica que las especies de insectos ectoparásitos no se encuentran interactuando con todas las especies de murciélagos y más bien presentan preferencias por una sola especie de murciélago o suelen estar en especies congéneres (Ter Hofstede *et al.*, 2004; Patterson *et al.*, 2007; Camilotti *et al.*, 2010).

Otro patrón que se ha observado en estas redes es la formación de grupos o módulos de murciélagos que se encuentran compartiendo las mismas especies de insectos ectoparásitos. Esto se ha relacionado con la alta especialización de las especies de insectos ectoparásitos hacia sus huéspedes, donde se ha observado que las especies de murciélagos que se encuentran dentro de los módulos son especies filogenéticamente o ecológicamente cercanas (Patterson *et al.*, 2009; Zarazúa-Carbajal *et al.*, 2016; Fagundes *et al.*, 2017; Hernández-Martínez *et al.*, 2019; Durán *et al.*, 2018).

Los cambios en el hábitat como se mencionó anteriormente afectan tanto a las especies de murciélagos como de insectos ectoparásitos. Con esto también se ven afectadas las interacciones y las redes de interacción entre ellos. Estos cambios obligan a los murciélagos a adaptarse a las condiciones en estos sitios y a los recursos disponibles como son alimento y refugios. En los refugios disponibles las especies de murciélagos forman comunidades más heterogéneas donde es frecuente que se dé la interacción entre especies diferentes de murciélagos e insectos ectoparásitos que no ocurrían antes, ocasionando la aparición de nuevas interacciones. Los insectos ectoparásitos enfrentan la reducción en la probabilidad

de encuentro con un huésped específico, obligándolos a adaptarse a los huéspedes disponibles, ocasionado una disminución de la especialización de estos hacia sus huéspedes originales (Hernández-Martínez et al., 2019). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es evaluar los patrones de las redes de interacción murciélagos y sus insectos ectoparásitos en sitios que presenten diferentes tipos de manejo. Uno de los sitios ha presentado menos manejo, y se espera que la red de interacción presente una riqueza y abundancia mayor tanto de especies de murciélagos como de insectos ectoparásitos, una alta especialización entre sus interactuantes y una formación de módulos menos específicos.

HIPÓTESIS

Las comunidades de murciélagos e insectos ectoparásitos se ven afectadas por las modificaciones en su hábitat, principalmente reduciendo su riqueza, abundancia y prevalencia, trayendo consigo alteraciones en las interacciones en las que éstos participan. Por lo cual las redes de interacción murciélago-insectos ectoparásitos se verán igualmente afectadas y presentarán pérdidas de especies, tenderán a ser más generalistas y presentarán módulos de interacciones menos específicos en sitios modificados.

Predicciones

La riqueza y abundancia de especies de murciélagos e insectos ectoparásitos serán altas en sitios que no presenten modificaciones.

Las especies de insectos ectoparásitos presentarán menos interacciones y estas serán menos especializadas dentro de la red en sitios donde se ha modificado el hábitat.

La formación de módulos bien definidos dentro de la red coincidirá con el grado de especialización de los insectos ectoparásitos a sus huéspedes.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los patrones de las redes de interacción murciélago-insectos ectoparásitos en sitios que presenten diferentes tipos de manejo.

Objetivos particulares

Determinar la riqueza y abundancia de murciélagos e insectos ectoparásitos para ambos sitios.

Analizar las características de las redes de interacción para cada sitio de muestreo.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Área de estudio

El estudio fue en el municipio de Lázaro Cárdenas, el cual se encuentra ubicado al sureste del estado de Michoacán. El clima es subhúmedo con lluvias en verano, con una precipitación de aproximadamente 1,279 milímetros anuales, las lluvias más intensas se presentan en los meses de junio a septiembre. Este municipio cuenta con una vegetación que está constituida por Bosque Tropical Caducifolio, Bosque Tropical Subcaducifolio, Pastizales, Matorral Xerófilo, Manglar, Palmar, Tular y Carrizal (INEGI, 2009; SEDESOL, 2012) (Figura 1).

Sitios de muestreo

Dentro del municipio de Lázaro Cárdenas se seleccionaron dos sitios con una separación de 11.6 km. (Figura 1). Para conocer el grado de modificación de ambos sitios se realizó una caracterización de su cubierta forestal. Para esto se consideraron dos tipos de cobertura: bosque tropical caducifolio y vegetación secundaria que incluyó cultivos. La caracterización de los sitios se llevó a cabo con imágenes satelitales extraídas de Google Earth v.7.3.2, en las cuales se trazó una circunferencia de 2500 metros de radio a partir de los sitios de muestreo, ya que es el rango de movilidad reportado para las especies de murciélagos reportadas anteriormente en estos sitios y que ha sido utilizada en otros trabajos (Avila-Cabadilla *et al.*, 2012; Bolívar-Cimé *et al.*, 2018). El grado de modificación fue medido con el porcentaje de cobertura forestal presente en los sitios, el cual se definió como la suma de las áreas (m^2) de todos los parches que presentaran vegetación entre el área total de la circunferencia multiplicado por 100 (Avila-Cabadilla *et al* 2012).

El primer se encuentra en un sitio dominado por Bosque Tropical Caducifolio, ya que estuvo presente en un 80% y sólo un 20% fue suelo desnudo dentro de la circunferencia de 2500 m de radio. El Bosque Tropical Caducifolio presentar una marcada estacionalidad con una temporada de lluviosa de junio a octubre y una estación seca de noviembre a mayo (Murphy & Lugo, 1986).

El segundo se encuentra en un sitio dominado por Cultivos, ya que estuvieron presentes en un 56.7% y en el resto (43.3%) se observaron zonas con asentamientos humano, cuerpos de agua y suelos desnudos

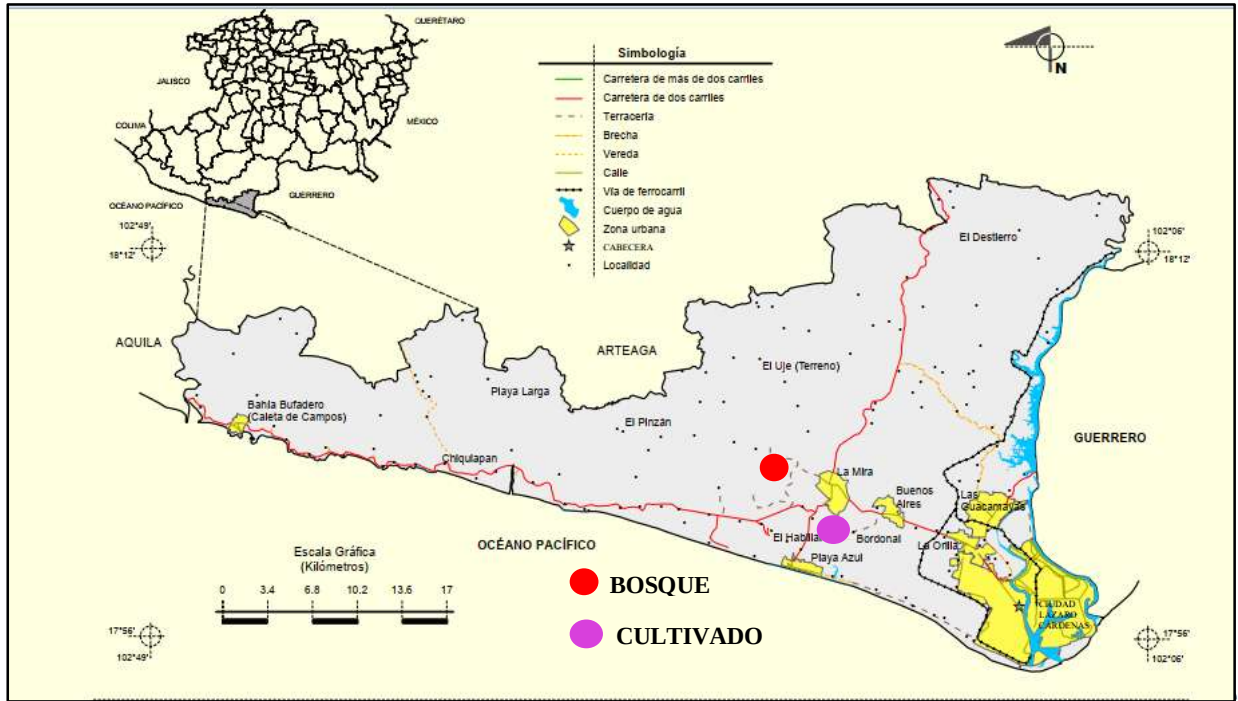


Figura 11. Mapa de municipio de Lázaro Cárdenas, Michoacán y sitios de captura de murciélagos e insectos ectoparásitos (puntos rojos). Mapa tomado de INEGI (2009).

CAPTURA DE MURCIÉLAGOS Y ECTOPARÁSITOS

Captura de murciélagos

El trabajo utilizó el material colectado en el proyecto “Ectoparásitos asociados a murciélagos en el municipio de Lázaro Cárdenas, Michoacán.”, en el cual los muestreos se realizaron mensualmente de diciembre 2016 a marzo 2017, y de mayo y agosto del 2017. Los meses de abril, junio y julio de 2017 no se muestrearon. Se trabajó durante dos noches por mes por sitio con una duración de 4 horas y media, colocándose 6 redes de niebla de 6 m de largo x 2.5 m de ancho. Los individuos capturados se colocaron en bolsas de manta, se identificaron con la clave de Medellín *et al.*, 2007. Se tomaron medidas morfométricas, además del sexo, edad y peso con básculas de resorte marca Scheitler de 0 a 600 gr.

Extracción e identificación de ectoparásitos

Los murciélagos colectados fueron revisados para extraer los artrópodos ectoparásitos que se encontraron entre el pelaje, alas, patas y orejas. Los ejemplares se retiraron con pinzas de punta fina y se colocaron en tubos Eppendorf con alcohol al 70%; posteriormente se etiquetaron con el número que correspondía al individuo.

Los Dípteros colectados fueron colocados en cajas de Petri con arena y alcohol para una mejor manipulación durante su identificación y fueron observados al Microscopio estereoscópico (Zeiss Stemi 2000) siguiendo las claves de (Wenzel, 1976). Todos los ectoparásitos colectados fueron identificados en el Laboratorio de Espeleobiología y Acarología de la UNAM, campus Juriquilla, Querétaro, y fueron depositados en la colección Morales Malacara. Alojada en el Laboratorio de Espeleobiología y Acarología de la Facultad de Ciencias campus Juriquilla, UNAM.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Se evaluó la riqueza y abundancia de las especies de murciélagos e insectos ectoparásitos para ambos sitios de muestreo. Además se calcularon los índices parasitológicos como prevalencia (número de murciélagos infestados/número de murciélagos examinados), intensidad media (número de ectoparásitos/número de murciélagos examinados) siguiendo los criterios de (Bush *et al.*, 1997). Los índices mencionados anteriormente fueron calculados con el programa Quantitative Parasitology (QPweb) v 1.0.14 (Reiczigel *et al.*, 2019).

Análisis de redes de interacción

Se realizaron matrices donde las especies de murciélagos fueron colocadas en las filas, mientras que las especies de ectoparásitos se colocaron en las columnas. Se generaron redes de interacción tipo bipartitas, esto debido a que se tienen dos grupos de organismos (i.e. murciélagos y ectoparásitos). Se graficarán los nodos que representan a los murciélagos (i.e. huéspedes) y los nodos que representan a ectoparásitos, conectados con líneas que representan las interacciones entre ellos y el grosor de estas representa la intensidad de la interacción (Strogatz, 2001; Bascompte & Jordano, 2007; Farine & Whitehead, 2015; Poisot *et al.*, 2016). Para evaluar los patrones de las redes de interacción murciélago-ectoparásito se calcularon las siguientes métricas para ambos sitios:

- **Conectancia:** Se refiere a la proporción de interacciones registradas en relación al número total de interacciones potenciales, toma valores de 0 (no conectado) a 1 (todas están interactuando entre sí). Los enlaces potenciales se obtienen de multiplicar la riqueza de especies de murciélagos (LL) y la riqueza de especies de ectoparásitos (HL).
- **Especialización (H2):** Indica que tan especialistas son las especies de ectoparásitos dentro de la red, mientras el valor de especialización se acerque a 1 la red es más especializada y más cerca de 0 es menos especializada.
- **Modularidad:** Determinar la existencia conjuntos de especies que se encuentren estrechamente conectados formando módulos (Fortuna *et al.*, 2010). Esta medida

fue calculada con el algoritmo QuanBimo con 1E6 pasos (Dormann & Strauss, 2014).

Se realizaron modelos nulos, para evaluar si nuestro valor de Modularidad (Q) está dado por procesos al azar (Vilchis, 2000). Para estos modelos se utilizó el algoritmo de (Patefield, 1981) con 1000 redes simuladas. Para esto se utilizó el método r2d donde las celdas de las matrices de interacción se reacomodan al azar, mientras que los marginales se mantienen intactos (Gotelli & Graves, 1996; Dormann *et al.*, 2009). Después de obtener los módulos dentro de la red se determinó el papel funcional de las especies de murciélagos y ectoparásitos dentro y fuera de estos (Olesen *et al.*, 2007). Se calculó la contribución de cada especie tanto de murciélagos como de ectoparásitos dentro de los módulos (z) y entre módulos (c) (Dormann & Strauss, 2014). Los valores de z y de c fueron posteriormente graficados. Los puntos de corte incluyeron el 80% de los datos para cada variable. Para clasificar a las especies de murciélagos y ectoparásitos en los roles de hub de módulo, hub de red, especies periféricas y especies conectoras (Olesen *et al.*, 2007).

Las “especies hub de módulo” son aquellas que están interactuando con muchas especies dentro de su módulo; esto nos indicaría especies generalistas pero sólo dentro de su módulo. “Especies hub de red” son especies que actúan como conectores de módulos y además son especies altamente generalistas dentro de su módulo. “Especies conectoras” se encuentran presentes en dos o más módulos, estas nos indicarían especies generalistas dentro de la red, las “especies periféricas” son especies especialistas que tienen pocas interacciones y sólo con especies dentro de su módulo (Olesen *et al.*, 2007; Bellay *et al.*, 2013).

Además se realizaron redes de interacción para los meses muestreados, esto para observar si hay una variación a lo largo del periodo de muestreo en cuanto a la presencia de los interactuantes. Todos los análisis se realizaron en el paquete bipartite (Dormann *et al.*, 2008) para R versión 3.2.4

RESULTADOS

Riqueza y abundancia de murciélagos y ectoparásitos

Se realizaron seis muestreos obteniendo una riqueza de 7 especies de murciélagos interactuando con 12 especies de insectos ectoparásitos en el sitio de Bosque. El sitio Cultivado tuvo 7 especies de murciélagos y 11 especies de insectos ectoparásitos (Figura 2). En cuanto a la abundancia de murciélagos e insectos ectoparásitos en el Bosque se capturaron 108 y 321 individuos respectivamente. Mientras que para el sitio Cultivado se capturaron 55 individuos de murciélagos y 176 individuos de insectos ectoparásitos.

Índices parasitológicos

En el sitio del bosque la prevalencia vario de 2.9 a 66.7 y la intensidad media de 1 a 5.4. Las prevalencias más bajas se detectaron para *Trichobius uniformis* y *Megistopoda proxima* parasitando a *Glossophaga soricina* y las más altas para las especies *Trichobius sphaeronotus* y *Nycterophilia coxata* parasitando a *Leptonycteris yerbabuenae*, *Megistopoda proxima* estuvo parasitando a *Sturnira hondurensis* y *Strebla wiedemanni* y *Trichobius parasiticus* parasitando a *Desmodus rotundus*. Por otro lado para el sitio Cultivado los valores de prevalencia variaron de 2 a 46.2 y una intensidad de infestación de 1 a 7. Las prevalencias más bajas se detectaron para *Trichobius uniformis* y *Paraeutenodes longipes* parasitando a *G. soricina* y la más alta para la especie *Trichobius sphaeronotus* parasitando a *Leptonycteris yerbabuenae* (Tabla 1, ANEXO).

Análisis de red murciélagos-ectoparásitos

Métricas de la red

Conectancia: En la red del bosque se tenía un esperado de 84 interacciones potenciales, de las cuales sólo se reportaron 17. Se registró una conectancia baja de 0.21, esto indica que sólo ocurrieron 21% de los enlaces potenciales. En el caso del sitio cultivado se esperaban 77 interacciones, de las cuales sólo se observaron 26. Esto nos dio un valor de 0.33, lo cual quiere decir que ocurrieron sólo 33% de las interacciones potenciales (Figura 2).

Especialización: La red del bosque tuvo un valor de especialización de 0.96, donde se observó que 8 de las 12 especies de insectos ectoparásitos interactuaron con sólo una especie de murciélago, como son *Metelasmus pseudopterus* (Meps) y *Aspidoptera phillostomatis* (Asph) con *Artibeus jamaicensis* (Arja); *Strebla wiedemanni* (Stwi) y *Trichobius parasiticus* (Trpa) con *Desmodus rotundus*; *Trichobius uniformis* (Trun) y *Trichobius dugesii* (Trdu) con *Glossophaga soricina*; *Trichobius sphaeronotus* (Trsp) con *Leptonycteris yerbabuenae* (Leye); *Aspidoptera delatorrei* (Asde) con *Sturnira parvidens* (Stpa) (Figura 2a). En cambio en el sitio cultivado se observó una especialización de 0.70 y sólo el insecto ectoparásito *Trichobius sphaeronotus* (Trsp) interactuó con una única especie de murciélago *Leptonycteris yerbabuenae* (Leye) (Figura 2b).

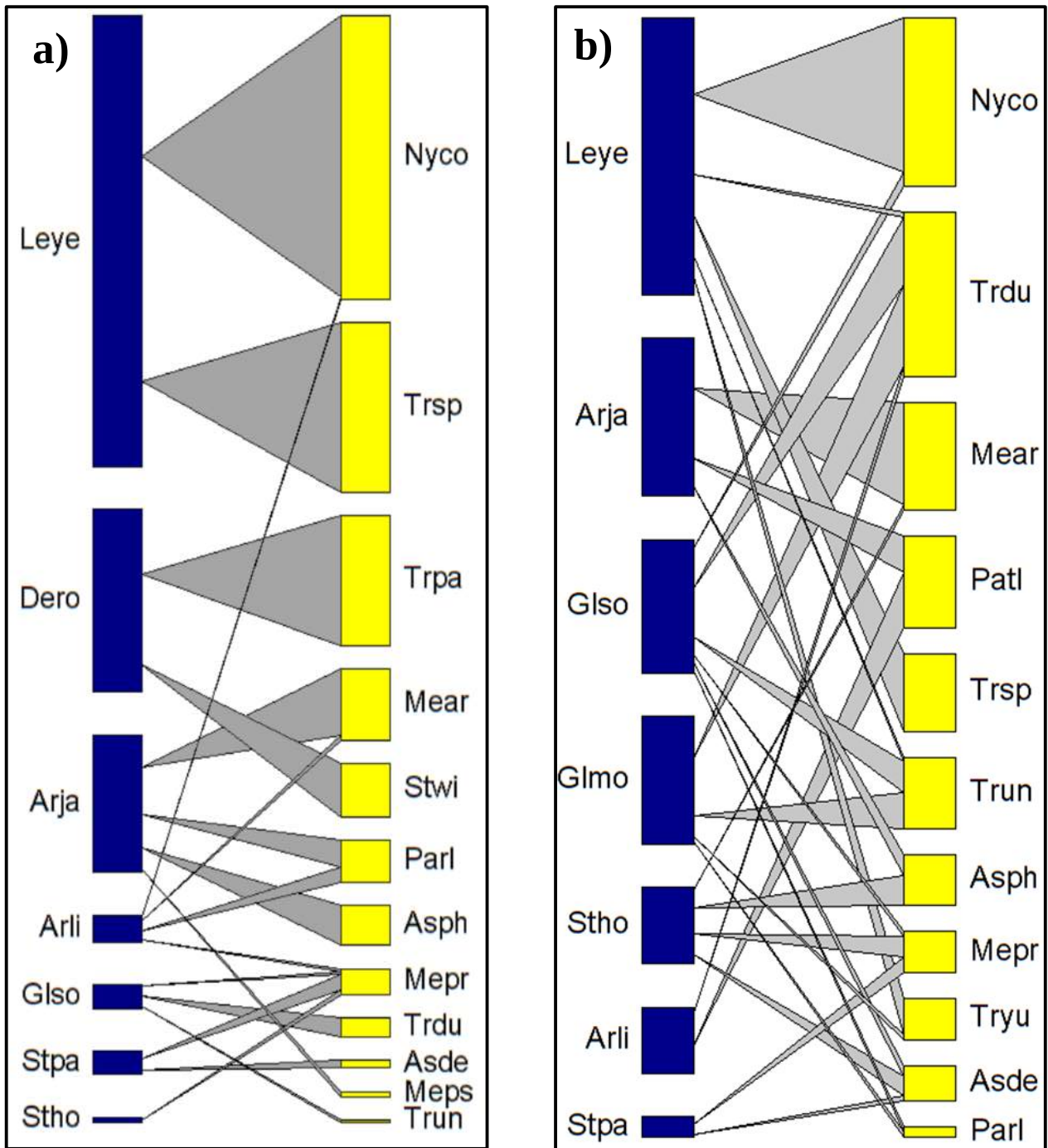


Figura 2. Redes de interacción bipartita de murciélagos-insectos ectoparásitos, las barras azules representan a las especies de murciélagos y las barras amarillas las especies de insectos ectoparásitos, el grosor de las barras representa la abundancia de las especies ordenadas de manera decreciente. Las líneas grises representan las interacciones entre las especies y el grosor de estas su frecuencia. (a) Red del Bosque y (b) Red del sitio Cultivado.

Modularidad

Los valores de Modularidad indicaron que ambos sitios son similares. El bosque registró un valor de $Q = 0.62$, mientras que en el sitio cultivado se observó un valor de modularidad de $Q = 0.63$. En ambos sitios se formaron 4 módulos que difirieron en la composición de especies (Figura 3 y Figura 5).

En el Bosque el primer módulo está compuesto por la especie de murciélago *Leptonycteris yerbabuenae* (Leye) con las especies de dípteros ectoparásitos *Trichobius sphaeronotus* (Trsp), *Nycterophilia coxata* (Nyco). En el segundo módulo se agrupó la especie de murciélago *Desmodus rotundus* (Dero) con las especies de dípteros ectoparásitos *Strebla wiedemanni* (Stwi) y *Trichobius parasiticus* (Trpa). En el tercer módulo se agruparon las especies de murciélagos *Artibeus jamaicensis* (Arja) y *Artibeus lituratus* (Arli) con las especies de dípteros ectoparásitos *Megistopoda aranea* (Mear), *Aspidoptera phyllostomatis* (Asph), *Paraeuctenodes longipes* (Parl), *Metelasmus pseudopterus* (Meps). En el último modulo se agruparon las especies de murciélagos *Sturnira hondurensis* (Stho), *Sturnira parvidens* (Stpa) y *Glossophaga soricina* (Glso) con las especies de dípteros ectoparásitos *Trichobius uniformis* (Trun), *Trichobius dugesii* (Trdu), *Aspidoptera delatorrei* (Asde) y *Megistopoda proxima* (Mepr). Se observó que las especies de murciélagos en 3 de los 4 módulos están agrupados en relación a su género, a excepción del último módulo donde la especie de murciélago *G. soricina* se encuentra agrupado con las especies del género *Sturnira*, interactuando con la especie de insecto ectoparásito *M. proxima* (Figura 3).

Con relación al papel funcional de las especies en la red de Bosque, se observó que la especie de díptero ectoparásito *N. coxata* era una especie conectora. Este papel es el resultado del ectoparásito interactuando con dos especies de murciélago (*L. yerbabuenae* y *A. lituratus*) pertenecientes a diferentes módulos. Mientras que la especie de díptero ectoparásito *M. proxima* se observó como una especie hub de modulo, interactuando tanto con especies de su mismo modulo como con especies de otros módulos, pero con menor frecuencia. La mayoría de las especies de insectos ectoparásitos (10) y todas las especies de murciélagos (7) se encontraron desempeñando el papel de especies periféricas en la red (Figura 4).

En el caso del sitio Cultivado en el primero módulo se agruparon las especies de murciélagos *Sturnira hondurensis* (Stho) y *Sturnira parvidens* (Stpa) con las especies de dípteros ectoparásitos *Aspidoptera delatorrei* (Asde), *Megistopoda proxima* (Mepr) y *Aspidoptera phyllostomatis* (Asph). En el segundo módulo se agruparon las especies de murciélagos *Glossophaga morenoi* (Glmo) y *Glossophaga soricina* (Glso) con las especies de dípteros ectoparásitos *Trichobius uniformis* (Trun), *Trichobius dugesii* (Trdu) y *Paraeuctenodes longipes* (Parl). En el tercer módulo se agrupan las especies de murciélagos *Artibeus jamaicensis* (Arja) y *Artibeus lituratus* (Arli) con la especie de dípteros ectoparásitos *Megistopoda aranea* (Mear) y *Paratrachobius longicrus* (Patl). En el cuarto modulo se agrupa la especie de murciélago *Leptonycteris yerbabuenae* (Leye) con las especies de ectoparásitos *Trichobius yunkerii* (Tryu), *Trichobius sphaeronotus* (Trsp) y *Nycterophilia coxata* (Nyco). Aquí las especies de murciélagos se agruparon en relación a su género en los cuatro módulos formados (Figura 5).

En cuanto al papel funcional los módulos del sitio Cultivado fueron más complejos, ya que se tuvieron más especies tanto de insectos ectoparásitos como de murciélagos interactuando fuera de los módulos. Las especies de dípteros ectoparásitos *A. phyllostomatis* y *T.yunkerii* y las especies de murciélagos *A. jamaicensis* y *G. soricina* desempeñaron el papel de especies conectoras, presentando interacciones con especies de murciélagos e insectos ectoparásitos de diferentes módulos respectivamente. En el caso de la especie de díptero ectoparásito *M. proxima*, desarrolla el papel de especie hub de módulo, interactuando con mayor frecuencia con especies dentro de su propio módulo. En cuanto a las especies periféricas sólo ocho insectos ectoparásitos y cinco especies de murciélagos pertenecieron a esta categoría (Figura 6).

Los resultados de los modelos nulos indicaron que los valores de modularidad para ambos sitios fueron valores más altos que los esperados de un proceso al azar.

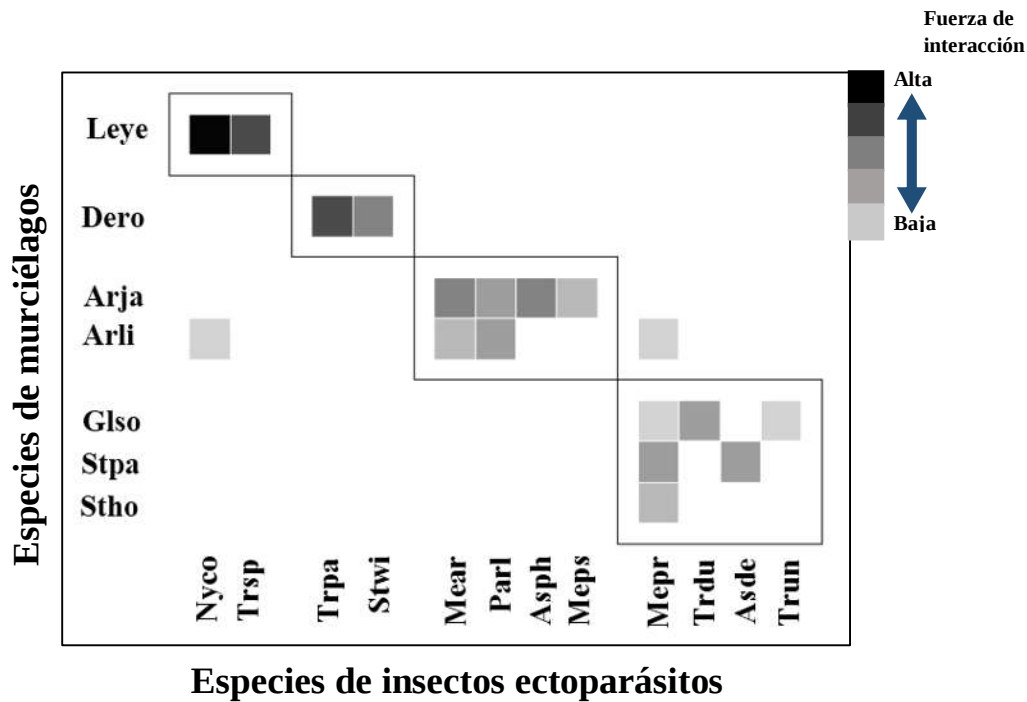


Figura 3. Módulos generados en la red bipartita de murciélagos-insectos ectoparásitos en el Bosque.

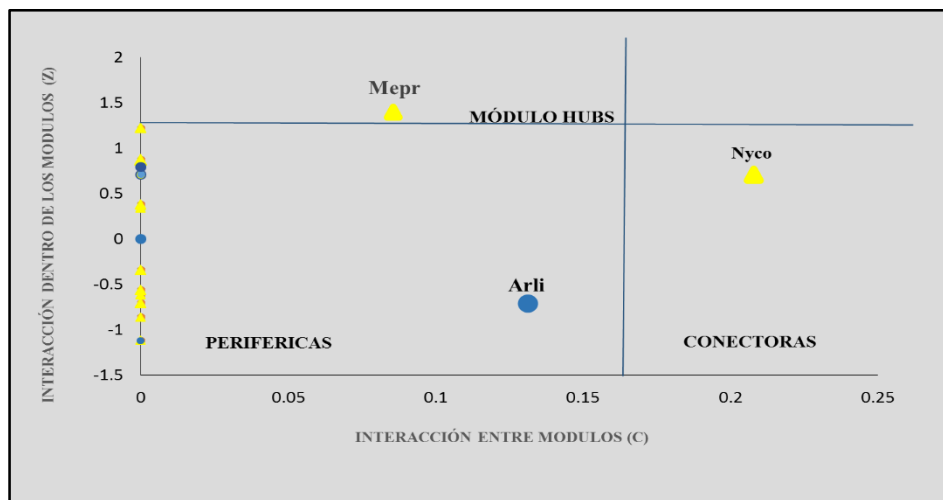


Figura 4. Papel funcional dentro de la red modular del Bosque. Los triángulos en color amarillo representan las especies de insectos ectoparásitos y los círculos azules representan las especies de murciélagos.

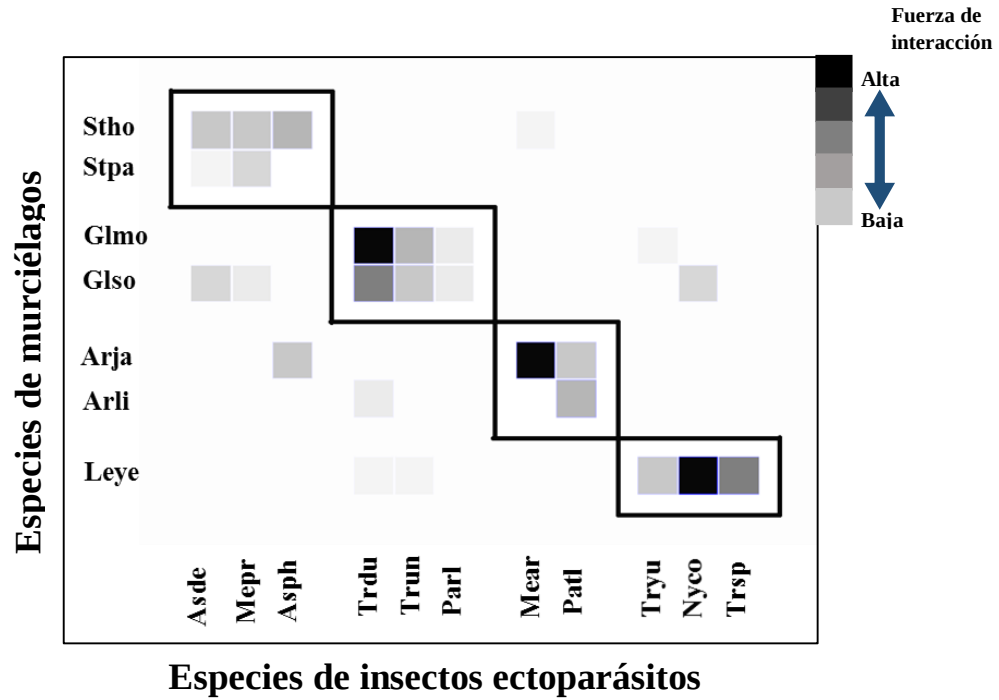


Figura 5. Módulos generados en la red bipartita de murciélagos-insectos ectoparásitos del sitio Cultivado.

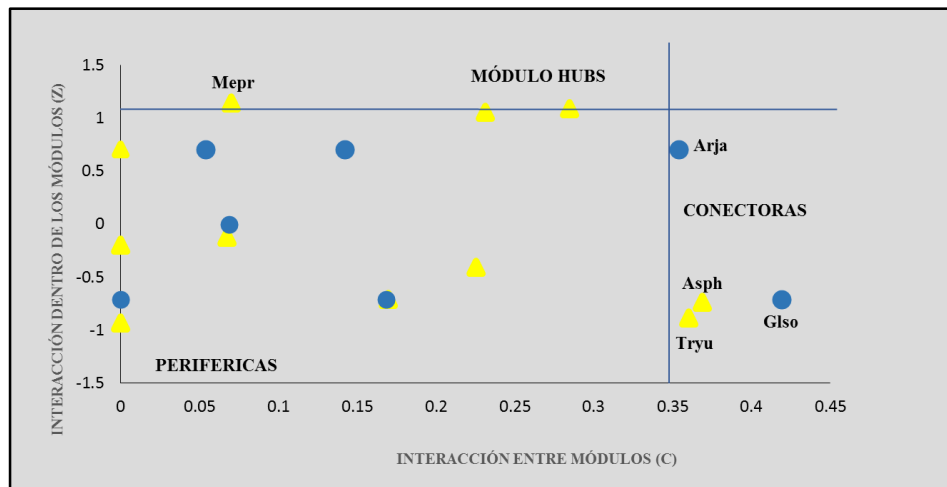


Figura 6. Papel funcional dentro de la red modular del sitio Cultivado. Los triángulos en color amarillo representan las especies de insectos ectoparásitos y los círculos azules representan las especies de murciélagos.

Interacciones murciélagos- insectos ectoparásitos a lo largo del muestreo

A lo largo del periodo de muestreo se observó que en el sitio de Bosque tanto el número de especies de murciélagos como de insecto ectoparásitos incrementó, por lo cual también se observó un aumento en número de interacciones con el tiempo. En los meses de febrero y marzo se observó una disminución en los interactuantes, aumentando nuevamente en agosto. Presentando además especies de insectos ectoparásitos exclusivos como es el caso de *Leptonycteris yerbabuenae* (Leye) y su insecto ectoparásito *Trichobius sphaeronotus* (Trsp) y *Desmodus rotundus* (Dero) y sus dípteros ectoparásitos *Strebla wiedemanni* (Stwi) y *Trichobius parasiticus* (Trpa). En el mes de mayo no se tuvieron capturas de murciélagos (Figura 7).

En cuanto al sitio Cultivado se observó un patrón contrario ya que en los primeros meses de muestreo (diciembre y enero) la riqueza de interactuantes era baja, por lo cual las interacciones también eran pocas. Se presentó sola una especie de insecto ectoparásito exclusivo a su huésped, el cual fue *Trichobius sphaeronotus* parasitando a *Leptonycteris yerbabuenae* y se observaron especies de insectos ectoparásitos interactuando con varios huéspedes (Figura 8).

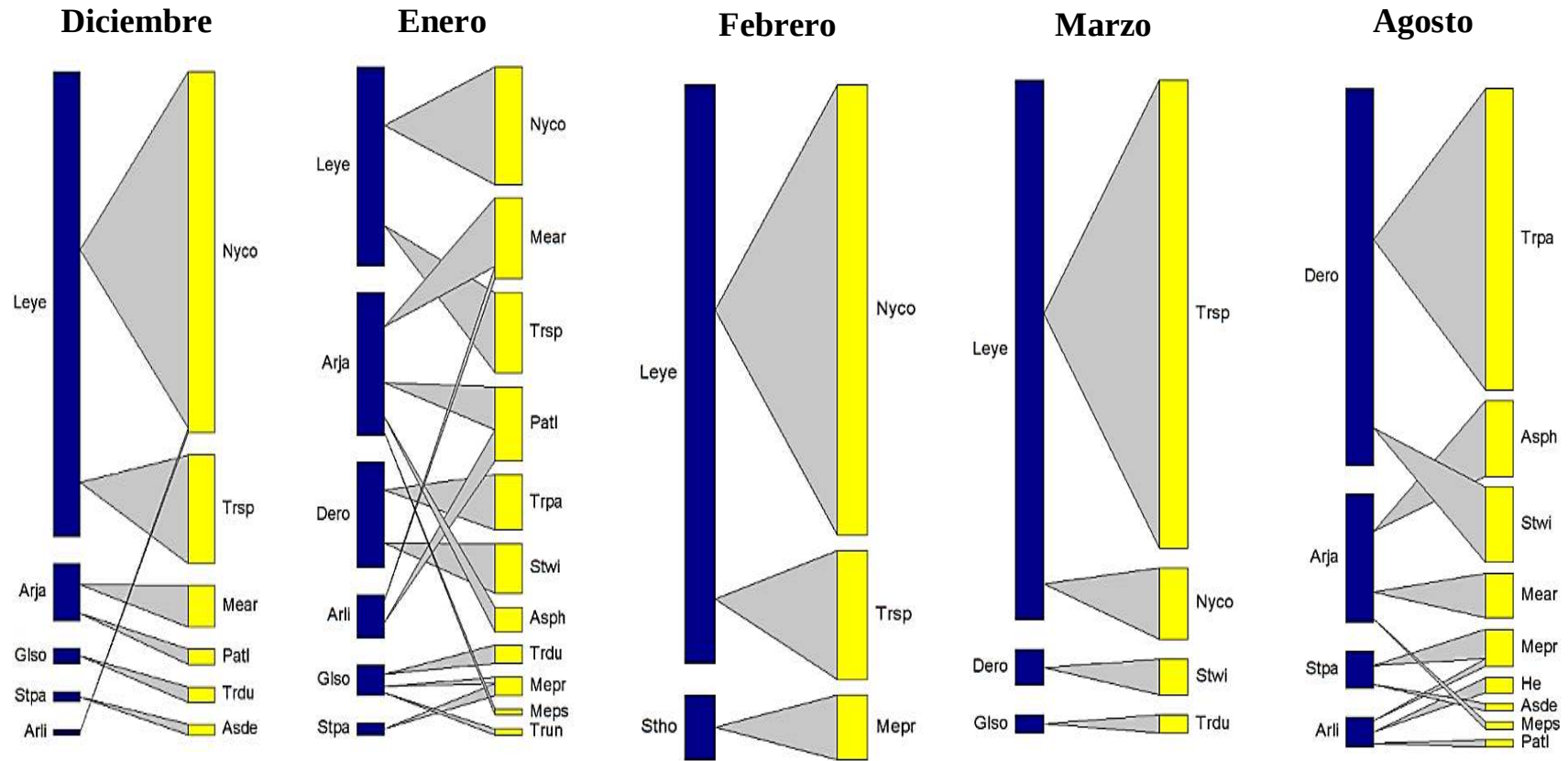


Figura 7. Redes de interacción murciélagos-insectos ectoparásitos por mes de muestreo en el sitio de Bosque (en el mes de mayo no se tuvieron capturas de murciélagos). Las barras de color azul representan a las especies de murciélagos y las barras amarillos a los insectos ectoparásitos, las líneas de color gris representan las interacciones entre ambas y el grosor de estas la frecuencia.

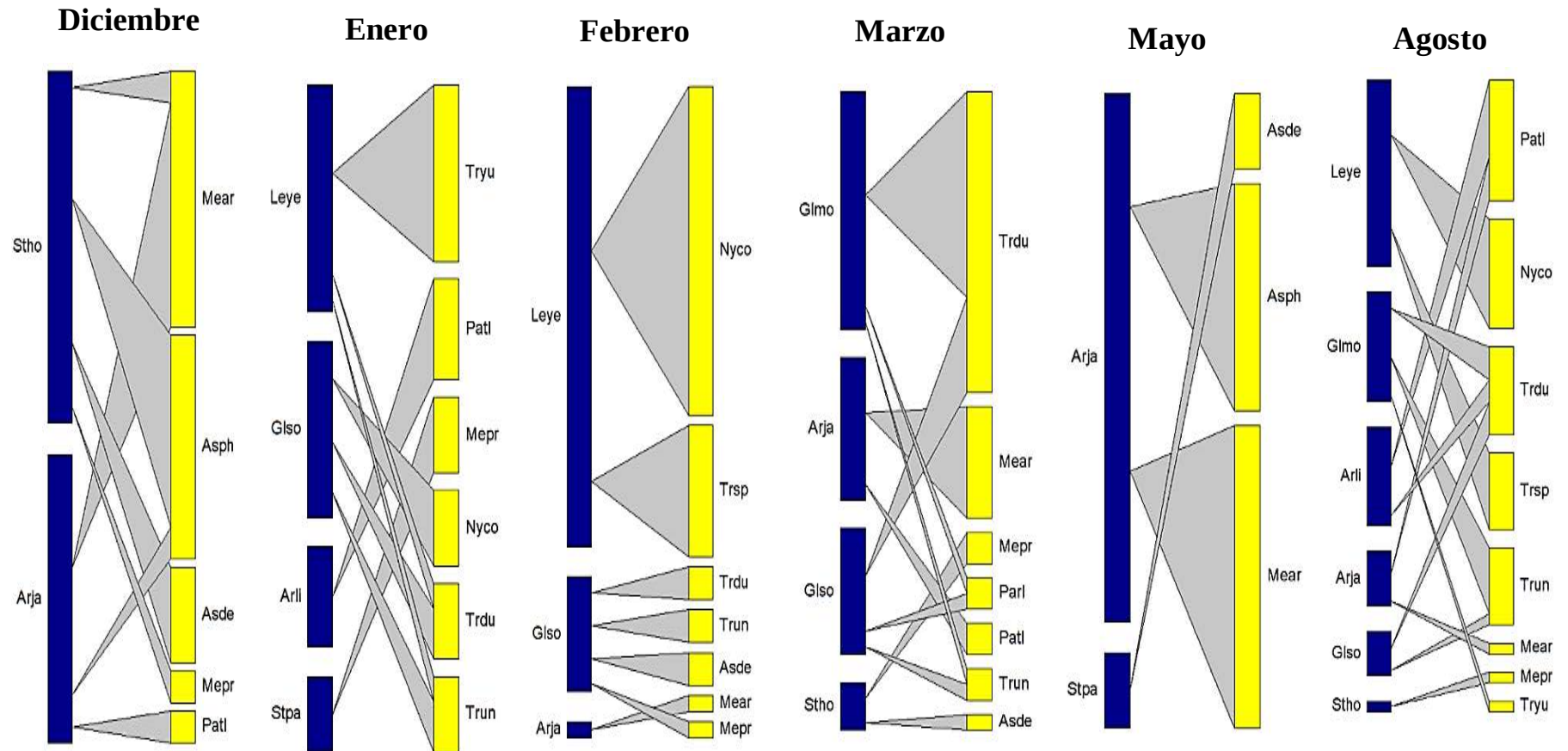


Figura 8. Redes de interacción murciélagos-insectos ectoparásitos por mes de muestreo en el sitio de Cultivo. Las barras de color azul representan a las especies de murciélagos y las barras amarillos a los insectos ectoparásitos, las líneas de color gris representan las interacciones entre ambas y el grosor de estas la frecuencia.

DISCUSIÓN

Ambas redes de interacción tuvieron la misma riqueza de murciélagos, pero no fue así en el caso de las especies de insectos ectoparásitos. En el sitio del bosque la mayor riqueza de insectos ectoparásitos puede ser debido a la mayor abundancia de huéspedes colectados, ya que anteriormente se ha observado que las comunidades de murciélagos que presentan una mayor cantidad de individuos tienen una mayor probabilidad de encuentro y transmisión con los insectos ectoparásitos (Arneberg, 2002; Mborá & McPeck, 2009; Hussain *et al.* 2013; Franca *et al.*, 2013; Poulin, 2010).

En el sitio de bosque las especies de murciélagos *Leptonycteris yerbabuenae*, *Desmodus rotundus* y *Sturnira hondurensis* fueron las que presentaron una mayor prevalencia de sus insectos ectoparásitos. Se ha observado anteriormente que estas especies de murciélagos suelen refugiarse en sitios de percha permanentes como cuevas (Trajano, 2012; Cortés-Delgado & Sosa, 2014; Martínez-Coronel *et al.*, 2014), los cuales favorece la prevalencia de los insectos ectoparásitos sobre sus huéspedes (Komeno & Linhares, 1999; Eriksson *et al.*, 2011; Cuxim-Koyoc *et al.*, 2015).

Como se esperaba la red de interacción del bosque presentó un valor alto de especialización y la formación de módulos específicos con la presencia en su mayoría de especies de insectos ectoparásitos periféricas dentro de la red. Teniendo que la mayoría de los insectos ectoparásitos se encontraban interactuando con una sola especie de murciélago, tal es el caso de *Leptonycteris yerbabuenae* y sus ectoparásitos *Trichobius sphaeronotus* y *Nycterophilia coxata* sólo se capturaron en los primeros meses de muestreo en los cuales también se reportó la mayor cantidad de interacciones. La especie de ectoparásito *Trichobius sphaeronotus* colectada en este murciélago ha sido reportada anteriormente como característica del género *Leptonycteris* (Guerrero & Morales-Malacara, 1996; Cuxim-Koyoc *et al.*, 2018), por lo que se podría suponerse que la razón por la cual no se volvieron a colectar en alguna otra especie de murciélago es porque están migrando con su huésped. En el caso de *Nycterophilia coxata* no se ha reportado como específica a esta especie, pero se observa el mismo patrón.

Algo similar se obtuvo con la especie *Desmodus rotundus* y sus ectoparásitos *Trichobius parasiticus* y *Strebla wiedemanni* los cuales se colectaron sólo en esta especie de murciélago. Estas especies de ectoparásitos han sido reportadas con altas prevalencias en *Desmodus rotundus* (Claps *et al.*, 2005; Rojas *et al.*, 2008; Eriksson *et al.*, 2011; Durán *et al.*, 2017), lo cual nos sugiere que estos ectoparásitos al igual que los anteriores son específicos a su huésped y se mueven con él.

En cuanto a los módulos formados dentro de la red, se obtuvo el mismo patrón que en trabajos previos, como fue la formación de módulos de murciélagos específicos en su mayoría pertenecientes al mismo género, interactuando con insectos ectoparásitos similares con mayor fuerza dentro de los módulos (periféricas) y pocas especies fuera de estos (conectoras) (Bellay *et al.*, 2013; Fagundes *et al.*, 2017; Durán *et al.*, 2017).

Se observó que la modificación del hábitat no sólo afectó la abundancia y prevalencia de las especies de insectos ectoparásitos, sino que también la abundancia de la comunidad de murciélagos y los patrones en las redes de interacción entre estos.

En cuanto al sitio Cultivado se obtuvieron valores bajos en la abundancia de murciélagos, esto debido a la disminución en la calidad, disponibilidad y accesibilidad de alimento y sitios de percha (Medellín *et al.*, 2000; Roncancio & Estévez, 2007; Castro-Luna & Galindo-González, 2012; Bolívar-Cimé *et al.*, 2018), lo cual reduce potencialmente el número de individuos presentes en las comunidades de murciélagos.

Además de valores bajos de abundancia y prevalencia en los insectos ectoparásitos sobre los murciélagos. Esto influenciado por la selección y fidelidad de los murciélagos a sus sitios de percha (Presley 2011; Tlapaya-Romero *et al.*, 2015; Colín-Martínez *et al.*, 2018), donde murciélago que se encuentran perchado en sitios temporales tienden a tener una menor probabilidad de encuentro e infestación de insectos ectoparásitos. Estas perchas temporales se encuentran principalmente en sitios con cambios antropogénicos y no presentan las condiciones adecuadas para el desarrollo y protección de los insectos ectoparásitos (Komeno & Linhares, 1999; Ter Hofstede & Fenton, 2005; Patterson *et al.*, 2007; Eriksson *et al.*, 2011; Moura De Souza Aguiar & Antonini, 2011; Bolívar-Cimé *et al.*, 2018), por lo cual se ha observado una disminución en las abundancias y prevalencias

de los insectos ectoparásitos sobre los murciélagos (Pilosof *et al.*, 2012; Barbier & Graciolli, 2016; Urbietta *et al.*, 2018).

Como se esperaba el sitio Cultivado presentó una menor especialización entre sus interactuantes observando solamente a *Trichobius sphaeronotus* parasitando exclusivamente a *Leptonycteris yerbabuenae*, lo cual nos podría estar confirmando que esta especie de ectoparásito se encuentra en movimiento con su huésped aún en sitios con cambios antropogénicos. Mientras que en el caso del resto de los insectos ectoparásitos y murciélagos se observaron varias interacciones entre éstos como es el caso de *Glossophaga soricina* y *G. morenoi* siendo parasitados por *Nycterophilus coxata* la cual se ha reportado en varios huéspedes de diferentes familias (Frank *et al.*, 2014; Lira-Olguin *et al.*, 2015; Cuxim-Koyoc *et al.*, 2018); *Trichobius dugessi*, *Trichobius uniformis* como especie característica de la especie (Cuxim-Koyoc *et al.*, 2015), *Aspidoptera delatorrei* y *Megistopoda próxima* como especies principalmente reportadas para el género *Sturnira* (Autino *et al.*, 2009; Cuxim-Koyoc *et al.*, 2015). Estas asociaciones entre insectos ectoparásitos y huéspedes parasitados como opciones secundarias, podrían estar explicando los valores bajos en la especialización dentro de la red.

Adema se obtuvo la formación de módulos menos definidos con especies de insectos ectoparásitos tanto periféricas (dentro de los módulos) como conectoras (fuera de los módulos). Lo anterior está relacionado principalmente con la reducción de recursos como por ejemplo, los sitios de percha. Esta reducción fomenta la formación de colonias de murciélagos multiespecíficas y el uso de refugios temporales, disminuyendo la probabilidad de encuentro de los insectos ectoparásitos con sus huéspedes originales obligándolos a parasitar los huéspedes disponibles, por lo que estos cambios ocasionan la aparición de nuevas interacciones que antes no se daban y disminuyendo la especialización de los insectos ectoparásitos hacia sus huéspedes (Dick & Patterson, 2007; de Vasconcelos *et al.*, 2016; Urbietta *et al.*, 2018; Hernández-Martínez *et al.*, 2019)

De manera general se obtuvo que la riqueza de especies de murciélagos no se vio afectada por los cambios antropogénicos, aunque si se obtuvieron valores bajos tanto en la riqueza como en la prevalencia de los insectos ectoparásitos, en cuanto a la abundancia ambos interactuantes presentaron valores bajos. Además, se obtuvieron menos especies de insectos

ectoparásitos específicos y en si un mayor número de especies interactuando con varios huéspedes, formando grupos menos específicos. Estos patrones de interacción entre murciélagos e insectos ectoparásitos pueden estar muy fuertemente guiados por las condiciones locales que cada sitio presenta como resultado de los tipos de manejo, donde la modificación del hábitat puede haber reducido el número de individuos de murciélagos debido a la disminución de la calidad, disponibilidad y accesibilidad de alimento y sitios de percha y por ende el número de individuos de insectos ectoparásitos, disminuyendo la probabilidad de encuentro entre estos y sus huéspedes y fomentando las relaciones secundarias entre estos.

Por último el presente estudio es el primero en estudiar las relaciones entre murciélagos y sus insectos ectoparásitos en el municipio de Lázaro Cárdenas, Michoacán. Además de ser uno de los pocos en analizar el efecto de las modificaciones del hábitat sobre las interacciones entre murciélago-insectos ectoparásitos y los patrones en las redes de interacción entre éstos.

CONCLUSIONES

Los cambios antropogénicos afectan la relación entre los murciélagos y sus insectos ectoparásitos de diversas maneras entre las cuales se obtuvieron:

- Riqueza, abundancia y prevalencias de insectos ectoparásitos bajas en los murciélagos.
- Baja abundancia en la comunidad de murciélagos.
- Pocas especies de insectos ectoparásitos especializados a un huésped y por ende la formación de grupos menos específicos dentro de la red.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, R. D. (1974). The evolution of social systems. *Annu_Rev_Ecol. Syst*, 5(171), 325–383. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.84.104116>
- Arneberg, P. (2002). Host population density and body mass as determinants of species richness in parasite communities: Comparative analyses of directly transmitted nematodes of mammals. *Ecography*, 25(1), 88–94. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2002.250110.x>
- Autino, A.G, Claps, G., Sánchez, M., & Barquez, R. (2009). New records of bat ectoparasites (Diptera, Hemiptera and Siphonaptera) from northern Argentina. *Neotropical Entomology*, 38(2), 165–177. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000200002>
- Autino, A. G., Claps, G., Barquez, R. M., & Díaz, M. (2011). Ectoparasitic insects (Diptera: Streblidae and Siphonaptera: Ischnopsyllidae) of bats from Iquitos and surrounding areas (Loreto, Peru). *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 106(8), 917–925. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762011000800004>
- Avila-Cabadilla, L. D., Sanchez-Azofeifa, G. A., Stoner, K. E., Alvarez-Añorve, M. Y., Quesada, M., & Portillo-Quintero, C. A. (2012). Local and landscape factors determining occurrence of phyllostomid bats in tropical secondary forests. *PLoS ONE*, 7(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035228>
- Barbier, E., & Graciolli, G. (2016). Community of bat flies (Streblidae and Nycteribiidae) on bats in the Cerrado of Central- West Brazil : hosts , aggregation , prevalence , infestation intensity , and infracommunities. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. <https://doi.org/10.1080/01650521.2016.1215042>
- Barbier, E., Nunes, H., Da Rocha, P. A., Rocha, F. L., & Cordeiro-Estrela, P. (2019). Updated species list of the bat ectoparasitic flies (Diptera: Nycteribiidae and Streblidae) in the state of Paraíba, Northeastern Brazil. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90, 12. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2485>
- Bascompte, J., & Jordano, P. (2007). Plant-Animal Mutualistic Networks: The Architecture

- of Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 38(1), 567–593. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095818>
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology: From Individuals to Ecosystems* (Fourth Edi). Blackwell Publishing.
- Bellay, S., de Oliveira, E. F., Almeida-Neto, M., Lima Junior, D. P., Takemoto, R. M., & Luque, J. L. (2013). Developmental Stage of Parasites Influences the Structure of Fish-Parasite Networks. *PLoS ONE*, 8(10), 6–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075710>
- Bolívar-Cimé, B., Cuxim-Koyoc, A., Reyes-Novelo, E., Morales-Malacara, J. B., Laborde, J., & Flores-Peredo, R. (2018). Habitat fragmentation and the prevalence of parasites (Diptera, Streblidae) on three Phyllostomid bat species. *Biotropica*, 50(1), 90–97. <https://doi.org/10.1111/btp.12489>
- Budria, A., & Candolin, U. (2014). How does human-induced environmental change influence host-parasite interactions? *Parasitology*, 141(4), 462–474. <https://doi.org/10.1017/S0031182013001881>
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology Meets Ecology on Its Own Terms: Margolis et al. Revisited. *The Journal of Parasitology*, 83(4), 575. <https://doi.org/10.2307/3284227>
- Cagnolo, L., & Valladares, G. (2011). Fragmentación del hábitat y desensamble de redes tróficas. *Ecosistemas*, 20(2), 68–78. <https://doi.org/10.1053/euhj.1999.1875>
- Camilotti, V. L., Gracioli, G., Weber, M. M., Arruda, J. L. S., & Cáceres, N. C. (2010). Bat flies from the deciduous Atlantic forest in southern Brazil: Host-parasite relationships and parasitism rates. *Acta Parasitologica*, 55(2), 194–200. <https://doi.org/10.2478/s11686-010-0026-2>
- Caspeta-Mandujano, J. M., Peralta-Rodríguez, J. L., Ramírez-Díaz, S. E., & Tapia-Orsorio, M. (2017). *Helminths parasites of murciélagos in México*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 277 pp.
- Castro-Luna, A. A., & Galindo-González, J. (2012a). Enriching agroecosystems with fruit-

- producing tree species favors the abundance and richness of frugivorous and nectarivorous bats in Veracruz, Mexico. *Mammalian Biology*, 77(1), 32–40.
<https://doi.org/10.1016/j.mambio.2011.06.009>
- Castro-Luna, A. A., & Galindo-González, J. (2012b). Enriching agroecosystems with fruit-producing tree species favors the abundance and richness of frugivorous and nectarivorous bats in Veracruz, Mexico. *Mammalian Biology*, 77(1), 32–40.
<https://doi.org/10.1016/j.mambio.2011.06.009>
- Claps, G. L., Autino, A. G., & Barquez, R. M. (2005). Streblidae de murciélagos de Lima: dos citas nuevas para Perú. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 64 (1-2), 95–98.
- Colín-Martínez, H., Morales-Malacara, J. B., & García-Estrada, C. (2018). Epizootic Fauna Survey on Phyllostomid Bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Shaded Coffee Plantation of Southeastern Chiapas, Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 55(1), 172–182. <https://doi.org/10.1093/jme/tjx186>
- Cortés-Delgado, N., & Sosa, V. J. (2014). Do Bats Roost and Forage in Shade Coffee Plantations ? A Perspective from the Frugivorous Bat *Sturnira hondurensis*. *Biotropica*, 46(5), 624–632.
- Cuxim-Koyoc, A., Reyes-Novelo, E., Macswiney, M. C., & Aguilar-Rodríguez, P. A. (2016). Nuevos registros de streblidae (Diptera: Hippoboscoidea) para México. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(2), 192–196.
- Cuxim-Koyoc, A., Reyes-Novelo, E., Macswiney, M. C., & Pech-Canché, J. M. (2018a). Moscas ectoparásitas de murciélagos (Diptera: Streblidae y Nycteribiidae) del valle de Uxpanapa, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 42–51.
Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42554924004>
- Cuxim-Koyoc, A., Reyes-Novelo, E., Macswiney, M. C., & Pech-Canché, J. M. (2018b). Moscas ectoparásitas de murciélagos (Diptera: Streblidae y Nycteribiidae) del valle de Uxpanapa, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 42–51.
- Cuxim-Koyoc, A., Reyes-Novelo, E., Morales-Malacara, J. B., Bolívar-Cimé, B., &

- Laborde, J. (2015). Streblidae (Diptera: Hippoboscoidea) from Yucatan and Updated Species List for Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 52(5), 947–961.
<https://doi.org/10.1093/jme/tjv117>
- de Vasconcelos, P. F., Falcão, L. A. D., Graciolli, G., & Borges, M. A. Z. (2016). Parasite-host interactions of bat flies (Diptera: Hippoboscoidea) in Brazilian tropical dry forests. *Parasitology Research*, 115(1), 367–377. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4757-8>
- Dick, C. W., & Patterson, B. D. (2007). Against all odds: Explaining high host specificity in dispersal-prone parasites. *International Journal for Parasitology*, 37(8–9), 871–876. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2007.02.004>
- Dormann, C. F., Fründ, J., Blüthgen, N., & Gruber, B. (2009). Indices , Graphs and Null Models : Analyzing Bipartite Ecological Networks. *The Open Ecology*, 2, 7–24.
- Dormann, C. F., & Strauss, R. (2014). A method for detecting modules in quantitative bipartite networks. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(1), 90–98.
<https://doi.org/10.1111/2041-210X.12139>
- Dormann, C., Gruber, B., & Fründ, J. (2008). Introducing the bipartite package: analysing ecological networks. *R News*, 8(2), 0.2413793.
- Durán, A. A., Saldaña Vázquez, R. A., Graciolli, G., & Peinado, L. C. (2018). Specialization and Modularity of a Bat Fly Antagonistic Ecological Network in a Dry Tropical Forest in Northern Colombia. *Acta Chiropterologica*, 20(2), 503-510.
<https://doi.org/10.3161/15081109ACC2018.20.2.020>
- Durán, A. A., Álvarez García, D. M., & Graciolli, G. (2017). Ectoparasitic flies (Diptera, Streblidae) on bats (Mammalia, Chiroptera) in a dry tropical forest in the northern Colombia. *Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)*, 57(##), A-G.
<https://doi.org/10.11606/0031-1049.2017.57.08>
- Eriksson, A., Graciolli, G., & Fischer, E. (2011). Bat flies on phyllostomid hosts in the cerrado region: Component community, prevalence and intensity of parasitism. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 106(3), 274–278.

<https://doi.org/10.1590/S0074-02762011000300004>

Fagundes, R., Antonini, Y., & Aguiar, L. M. S. (2017). Overlap in cave usage and period of activity as factors structuring the interactions between bats and ectoparasites.

Zoological Studies, 56, 1–11. <https://doi.org/10.6620/ZS.2017.56-22>

Farine, D. R., & Whitehead, H. (2015). Constructing, conducting and interpreting animal social network analysis. *Journal of Animal Ecology*, 84, 1144–1163.

<https://doi.org/10.1111/1365-2656.12418>

Fortuna, M. A., Stouffer, D. B., Olesen, J. M., Jordano, P., Mouillot, D., Krasnov, B. R., Poulin, R., Bascompte, J. (2010). Nestedness versus modularity in ecological networks : two sides of the same coin ? *Journal of Animal Ecology*, 79, 811–817.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2010.01688.x>

França, D. S., Pereira, S. N., Maas, A.C.S., Martins, M. A., Bolzan, D. P., Lima, I. P., Dias, D., Peracchi, A. L. (2013). Ectoparasitic flies (Diptera, Streblidae) of bats (Chiroptera, Phyllostomidae) in an Atlantic Forest area, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 73(4), 847–854. <https://doi.org/10.1590/S1519-698420130004000022>

Frank, R., Munster, J., Schulze, J., Liston, A., & Klimpel, S. (2014). Macroparasites of Microchiroptera : Bat Ectoparasites of Central and South America. In *Bats (Chiroptera) as Vectors of Diseases And Parasites* (pp. 87–130).

<https://doi.org/10.1007/978-3-642-39333-4>

Gillespie, T. R., & Chapman, C. A. (2008). Forest Fragmentation , the Decline of an Endangered Primate , and Changes in Host – Parasite Interactions Relative to an Unfragmented Forest. *American Journal of Primatology*, 230(September 2007), 222–230. <https://doi.org/10.1002/ajp.20475>

Gotelli, N. J., & Graves, G. R. (1996). Null Models in Ecology. In *Smithsonian Institution*.

Graciolli, G., & Rui, A. M. (2001). Streblidae (Diptera, Hippoboscoidea) em morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae) no nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre*, 90, 85–92.

Guzmán-Cornejo, C., Morales-Malacara, J. B., & López-Ortega, G. (2004). A new species

- of the Genus *Eudusbabekia* (Acari : Prostigmata : Myobiidae) on *Choeronycteris mexicana* (Chiroptera : Phyllostomidae) in Central Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 41(1), 587–592.
- Hernández-Martínez, J., Morales-Malacara, J. B., Alvarez-Anõrve, M. Y., Amador-Hernández, S., Oyama, K., & Avila-Cabadilla, L. D. (2019). Drivers potentially influencing host-bat fly interactions in anthropogenic neotropical landscapes at different spatial scales. *Parasitology*, 146(1), 74–88.
<https://doi.org/10.1017/S0031182018000732>
- Hussain, S., Ram, M. S., Kumar, A., Shivaji, S., & Umapathy, G. (2013). Human Presence Increases Parasitic Load in Endangered Lion-Tailed Macaques (*Macaca silenus*) in Its Fragmented Rainforest Habitats in Southern India. *Plos One*, 8(5), 1–8.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063685>
- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Lázaro Cárdenas , Michoacán de Ocampo*.
- Jiménez, F. A., Caspeta-Mandujano, J. M., Ramírez-Chávez, S. B., Ramírez-Díaz, S. E., Juárez-Urbina, M. G., Peralta-Rodríguez, J. L., & Guerrero, J. A. (2017). Checklist of Helminths of Bats from Mexico and Central America. *Journal of Parasite Biology*, Occasional Paper, Number 7, July 21, 2017.
<https://doi.org/10.13014/K2ZG6QDX>
- Komeno, C. A., & Linhares, A. X. (1999). Batflies Parasitic on Some Phyllostomid Bats in Southeastern Brazil: Parasitism Rates and Host-parasite Relationships. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 94(2), 151–156. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761999000200004>
- Krasnov, B. R., Morand, S., Hawlena, H., Khokhlova, I. S., & Shenbrot, G. I. (2005). Sex-biased parasitism, seasonality and sexual size dimorphism in desert rodents. *Oecologia*, 146(2), 209–217. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0189-y>
- Lau, M. K., Borrett, S. R., Baiser, B., Gotelli, N. J., & Ellison, A. M. (2017). Ecological network metrics: Opportunities for synthesis. *Ecosphere*, 8(8).
<https://doi.org/10.1002/ecs2.1900>

- Lira-Olguin, A. Z., Guzmán-Cornejo, C., & Castillo-Martínez, L. Del. (2015). Dípteros (Diptera: Streblidae) parásitos de murciélagos de cuevas de Chiapas, México. *Entomología Mexicana*, 2, 785–789.
- Marshall, A. G. (1982). Ecology of insects ectoparasitic on bats. *Ecology of Bats*, 369–401. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3421-7_10
- Martínez-Coronel, M., Cervantes, F. A., & Hortelano-Moncada, Y. (2014). Crecimiento postnatal y desarrollo del vuelo en el murciélago *Leptonycteris yerbabuenae* en Chiapas, México. *Therya*, 5(1), 303–322. <https://doi.org/10.12933/therya-14-173>
- Mbora, D. N. M., & McPeck, M. A. (2009). Host density and human activities mediate increased parasite prevalence and richness in primates threatened by habitat loss and fragmentation. *Journal of Animal Ecology*, 78, 210–218. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01481.x>
- Medellín, R. A., Equihua, M., & Amin, M. A. (2000). Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforest. *Conservation Biology*, 14(6), 1666–1675. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99068.x>
- Morales-Malacara, J. B. (1996). Genus *Parichoronyssus* (Acari: Macronyssidae) and a Description of a New Species from Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 33(1), 148–152. <https://doi.org/10.1093/jmedent/33.1.148>
- Morales-Malacara, J. B. (1998). *Acaros mesostigmata parasitos de murciélagos de México*. Universidad Nacional Autonoma de México. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias.
- Morales-Malacara, J. B., & Juste, J. (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 of Medical Entomology*, 39(2), 298–311. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-39.2.298>
- Morand, S., Goüy De Bellocq, J., Stanko, M., & Miklisová, D. (2004). Is sex-biased ectoparasitism related to sexual size dimorphism in small mammals of Central Europe? *Parasitology*, 129(4), 505–510. <https://doi.org/10.1017/S0031182004005840>

- Moura De Souza Aguiar, L., & Antonini, Y. (2011). *Descriptive ecology of bat flies (Diptera: Hippoboscoidea) associated with vampire bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in the cerrado of Central Brazil*, 116 (2), 170-176.<https://doi.org/10.1590/S0074-02762011000200009>
- Murphy, P. G., & Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics.*, 17, 67–88.
<https://doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.000435>
- Olesen, J. M., Bascompte, J., Dupont, Y. L., & Jordano, P. (2007). The modularity of pollination networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(50), 19891–19896. <https://doi.org/10.1073/pnas.0706375104>
- Patefield, W. M. (1981). Algorithm AS 159: An Efficient Method of Generating Random R × C Tables with Given Row and Column Totals. *Applied Statistics*, 30(1), 91–97.
<https://doi.org/10.2307/2346669>
- Patterson, B. D., Dick, C. W., & Dittmar, K. (2007). Roosting habits of bats affect their parasitism by bat flies (Diptera: Streblidae). *Journal of Tropical Ecology*, 23(2), 177–189. <https://doi.org/10.1017/S0266467406003816>
- Patterson, B. D., Dick, C. W., & Dittmar, K. (2008a). Parasitism by bat flies (Diptera: Streblidae) on neotropical bats: Effects of host body size, distribution, and abundance. *Parasitology Research*, 103(5), 1091–1100. <https://doi.org/10.1007/s00436-008-1097-y>
- Patterson, B. D., Dick, C. W., & Dittmar, K. (2008b). Sex biases in parasitism of neotropical bats by bat flies (Diptera: Streblidae). *Journal of Tropical Ecology*, 24(4), 387–396. <https://doi.org/10.1017/S0266467408005117>
- Patterson, B. D., Dick, C. W., & Dittmar, K. (2009). Nested distributions of bat flies (Diptera: Streblidae) on Neotropical bats: Artifact and specificity in host-parasite studies. *Ecography*, 32(3), 481–487. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2008.05727.x>
- Pilosof, S., Dick, C. W., Korine, C., Patterson, B. D., & Krasnov, B. R. (2012). Effects of

- Anthropogenic Disturbance and Climate on Patterns of Bat Fly Parasitism. *PLoS ONE*, 7(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041487>
- Poisot, T., Stouffer, D. B., & Kéfi, S. (2016). Describe, understand and predict: why do we need networks in ecology? *Functional Ecology*, 30(12), 1878–1882. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12799>
- Poulin, R. (2010). Network analysis shining light on parasite ecology and diversity. *Trends in Parasitology*, 26(10), 492–498. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2010.05.008>
- Poulin, R., Krasnov, B. R., & Morand, S. (2006). Patterns of host specificity in parasites exploiting small mammals. In *Micromammals and Macroparasites* (pp. 233–256).
- Presley, S. J. (2011). Interspecific aggregation of ectoparasites on bats: Importance of hosts as habitats supersedes interspecific interactions. *Oikos*, 120(6), 832–841. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.19199.x>
- Presley, S. J., & Willig, M. R. (2008). Intraspecific patterns of ectoparasite abundances on Paraguayan bats: Effects of host sex and body size. *Journal of Tropical Ecology*, 24(1), 75–83. <https://doi.org/10.1017/S0266467407004683>
- Reiczigel, J., Marozzi, M., Fábán, I., & Rózsa, L. (2019). Biostatistics for Parasitologists – A Primer to Quantitative Parasitology. *Trends in Parasitology*, 35(4), 277–281. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2019.01.003>
- Rojas, A., Jiménez, A., Vargas, M., Zumbado, M., & Herrero, M. V. (2008). Ectoparasites of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*) in Costa Rica: Parasitism rates and biogeographic trends. *Mastozoologia Neotropical*, 15(2), 181–187.
- Roncancio, D. N., & Estévez, V. J. (2007). Evaluación Del Ensamblaje De Murciélagos En Áreas Sometidas a Regeneración Natural Y a Restauración Por Medio De Plantaciones De Aliso. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 11, 131–143.
- Sandland, G. J., & Minchella, D. J. (2003). Costs of immune defense: An enigma wrapped in an environmental cloak? *Trends in Parasitology*, 19(12), 571–574. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2003.10.006>

- SEDESOL. (2012). *Atlas de Riegos. Lázaro Cárdenas, Michoacán*.
- Seneviratne, S. S., Fernando, H. C., & Udagama-Randeniya, P. V. (2009). Host specificity in bat ectoparasites: A natural experiment. *International Journal for Parasitology*, 39, 995–1002. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2008.12.009>
- Strogatz, S. H. (2001). Exploring complex networks. *Nature*, 410, 268–276.
- Ter Hofstede, H. M., & Fenton, M. B. (2005). Relationships between roost preferences, ectoparasite density, and grooming behaviour of neotropical bats. *Journal of Zoology*, 266(4), 333–340. <https://doi.org/10.1017/S095283690500693X>
- Ter Hofstede, H. M., Fenton, M. B., & Whitaker, J. O. (2004). Host and host-site specificity of bat flies (Diptera: Streblidae and Nycteribiidae) on Neotropical bats (Chiroptera). *Canadian Journal of Zoology*, 82(4), 616–626. <https://doi.org/10.1139/z04-030>
- Tlapaya-Romero, L., Horváth, A., Gallina-Tessaro, S., Naranjo, E. J., & Gómez, B. (2015). Prevalencia y abundancia de moscas parásitas asociadas a una comunidad de murciélagos cavernícolas en La Trinitaria, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 377–385. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.04.012>
- Trajano, E. (2012). Movements of Cave Bats in Southeastern Brazil , with Emphasis on the Population Ecology of the Common Vampire *Desmodus rotundus* (Chiroptera). *Biotropica*, 28(1), 121–129.
- Tylianakis, J. M., Laliberté, E., Nielsen, A., & Bascompte, J. (2010). Conservation of species interaction networks. *Biological Conservation*, 143(10), 2270–2279. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.004>
- Urbietta, G. L., Torres, J. M., Anjos, E., Espínola, C. M., & Graciolli, G. (2018). Parasitism of Bat Flies (Nycteribiidae and Streblidae) on Bats in Urban Environments : Lower Prevalence , Infracommunities , and Specificity Parasitism of bat flies (Nycteribiidae and Streblidae) on bats in urban environments : lower prevalence , infr. *Acta Chiropterologica*, 20(2), 511–518. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2018.20.2.021>

- Vilchis, O. M. (2000). Modelos nulos en interacciones biológicas, una propuesta: depredación en chirostoma riojai-zooplankton. *CIENCIA Ergo-Sum*, 7(2), 153–156.
- Wenzel, R. L. (1976). The streblid batflies of Venezuela (Diptera: Streblidae). *Brigham Young University Science Bulletin*, 20(4), 1–177.
<https://doi.org/10.5962/bhl.part.5666>
- Wolinska, J., & King, K. C. (2009). Environment can alter selection in host-parasite interactions. *Trends in Parasitology*, 25(5), 236–244.
<https://doi.org/10.1016/j.pt.2009.02.004>
- Zarazúa-Carbajal, M., Saldaña-Vázquez, R. A., Sandoval-Ruiz, C. A., Stoner, K. E., & Benitez-Malvido, J. (2016a). The specificity of host-bat fly interaction networks across vegetation and seasonal variation. *Parasitology Research*, 115(10), 4037–4044.
<https://doi.org/10.1007/s00436-016-5176-1>
- Zarazúa-Carbajal, M., Saldaña-Vázquez, R. A., Sandoval-Ruiz, C. A., Stoner, K. E., & Benitez-Malvido, J. (2016b). The specificity of host-bat fly interaction networks across vegetation and seasonal variation. *Parasitology Research*, 115(10), 4037–4044.
<https://doi.org/10.1007/s00436-016-5176-1>

ANEXO

Tabla 1. Especies de Murciélagos e insectos ectoparásitos colectado en Lázaro Cárdenas, Michoacán, con parámetros parasitológicos: Infectados (I), Prevalencia 95% (P) e Intensidad media (IM), especies de murciélagos colectados (N), no se encuentran en el sitio (*).

MURCIÉLAGOS/ECTOPARÁSITOS					BOSQUE				CULTIVADO			
	N	I	P (%)	IM	N	I	P (%)	IM				
<i>Artibeus jamaicensis</i> (Arja)	64				97							
<i>Megistopoda aranea</i> (Mear)		13	20.3 (0.113-0.322)	1.85		9	9.3 (0.043-0.169)	5.33				
<i>Aspidoptera phyllostomatis</i> (Asph)		9	14.1 (0.066-0.250)	1.67		2	2.1 (0.003-0.073)	2.5				
<i>Paratrachobius longicrus</i> (Patl)		8	12.5 (0.056-0.232)	1.25		6	6.2 (0.023-0.130)	3				
<i>Metelasmus pseudopterus</i> (Meps)		2	3.1(0.004-0.108)	1		*	*	*				
<i>Artibeus lituratus</i> (Arli)	26				16							
<i>Trichobius dugesii</i> (Trdu)		*	*	*		1	6.2 (0.002-0.302)	2				
<i>Paratrachobius longicrus</i> (Patl)		5	19.2 (0.066-0.394)	1.2		3	18.8 (0.040-0.456)	3.67				
<i>Nycterophilia coxata</i> (Nyco)		1	3.8 (0.001-0.196)	1		*	*	*				
<i>Megistopoda proxima</i> (Mepr)		1	3.8 (0.001-0.196)	1		*	*	*				
<i>Sturnira hondurensis</i> (Stho)	3				59							
<i>Aspidoptera delatorrei</i> (Asde)		*	*	*		2	3.4 (0.004-0.117)	2				
<i>Megistopoda proxima</i> (Mepr)		2	66.7 (0.094-0.992)	1		3	5.1 (0.011-0.141)	1.33				
<i>Megistopoda aranea</i> (Mear)		*	*	*		2	3.4 (0.004-0.117)	2.5				
<i>Aspidoptera phyllostomatis</i> (Asph)		*	*	*		5	8.5 (0.028-0.187)	1.8				
<i>Sturnira parvidens</i> (Stpa)	11				6							

<i>Aspidoptera delatorrei</i> (Asde)		2	18.2 (0.023-0.518)	1.5		1	16.7 (0.004-0.641)	1
<i>Megistopoda proxima</i> (Mepr)		3	27.3 (0.060-0.610)	2		1	16.7 (0.004-0.641)	3
<i>Desmodus rotundus</i> (Dero)	20				0			
<i>Strebla wiedemanni</i> (Stwi)		7	35 (0.154-0.592)	2.86		*	*	*
<i>Trichobius parasiticus</i> (Trpa)		9	45 (0.231-0.685)	5.44		*	*	*
<i>Glossophaga morenoi</i> (Glmo)	0				34			
<i>Trichobius yunkerii</i> (Tryu)		*	*	*		1	2.9 (0.001-0.153)	1
<i>Trichobius uniformis</i> (Trun)		*	*	*		3	8.8 (0.019-0.237)	1
<i>Trichobius dugesii</i> (Trdu)		*	*	*		7	20.6 (0.087-0.379)	2.29
<i>Paraeuctenodes longipes</i> (Parl)		*	*	*		1	2.9 (0.001-0.153)	1
<i>Glossophaga soricina</i> (Glso)	34				49			
<i>Aspidoptera delatorrei</i> (Asde)		*	*	*		2	4.08 (0.004-0.117)	1
<i>Trichobius uniformis</i> (Trun)		1	2.9 (0.001-0.153)	1		1	2 (0.001-0.109)	1
<i>Trichobius dugesii</i> (Trdu)		4	11.8 (0.033-0.275)	1.5		5	10.2 (0.034-0.222)	1.4
<i>Nycterophilia coxata</i> (Nyco)		*	*	*		3	6.12 (0.040-0.230)	1.5
<i>Megistopoda proxima</i> (Mepr)		1	2.9 (0.001-0.153)	1		*	*	*
<i>Paraeuctenodes longipes</i> (Parl)		*	*	*		1	2 (0.001-0.109)	1
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i> (Leye)	107				13			
<i>Trichobius yunkerii</i> (Tryu)		*	*	*		1	7.7 (0.002-0.360)	7
<i>Trichobius uniformis</i> (Trun)		*	*	*		1	7.7 (0.251-0.808)	1
<i>Trichobius sphaeronotus</i> (Trsp)		23	21.5 (0.141-0.305)	2.78		6	46.2 (0.192-0.749)	2.5
<i>Trichobius dugesii</i> (Trdu)		*	*	*		1	7.7 (0.002-0.360)	1
<i>Nycterophilia coxata</i> (Nyco)		38	35.5 (0.265-0.454)	2.79		7	53.8 (0.251-0.808)	4.29