SEP
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

Tecnológico Nacional de México

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL

DIVERSIDAD DE HIMENÓPTEROS PARASITOIDES EN UNA SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA DE YUCATÁN

TESIS

Que presenta:

Walther Jesús Torres Cab

Como requisito parcial para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias en Horticultura Tropical

Director de tesis:

Dr. Esaú Ruíz Sánchez

Conkal, Yucatán, México

Noviembre, 2017

SEP

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Conkal

Conkal, Yucatán, México, 10 de Noviembre de 2017.

El comité de tesis del candidato a grado: Walther Jesús Torres Cab, constituido por los CC. Dr. Esaú Ruíz Sánchez, Dra. Alejandra González Moreno, M.C. Alfonzo Pérez Gutiérrez y Dr. Gabriel Antonio Lugo García, habiéndose reunido con el fin de evaluar el contenido teórico-metodológico y de verificar la estructura y formato de la tesis titulada: Diversidad de himenópteros parasitoides en una selva mediana subcaducifolia de Yucatán, que presenta como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Horticultura Tropical, según lo establece el Capítulo 2, inciso 2.13.3, de los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado en el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, dictaminaron su aprobación para que pueda ser presentada en el examen de grado correspondiente.

ATENTAMENTE

Dr. Esaú Ruíz Sánchez
Director de Tesis

Dra. Alejandra González Moreno
Codirectora de Tesis

M.C. Alfonzo Pérez Gutiérrez
Asesor de Tesis

Dr. Gabriel Antonio Lugo García
Asesor de Tesis

Conkal Yucatán, 10 de Noviembre del 2017

DECLARATORIA DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en las secciones materiales y métodos, resultados y discusión de este documento, es producto del trabajo de investigación realizado durante mi estudio de posgrado y con base en los términos de la Ley Federal de Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial le pertenece patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Conkal. En virtud de lo manifestado reconozco que los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que se deriven de lo correspondiente a dicha información son propiedad de la citada institución educativa.

Ing. Walther Jesús Torres Cab

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por brindarme el apoyo económico para la realización de mis estudios de Maestría en Ciencias.

Al Instituto Tecnológico de Conkal (ITC) Yucatán, a mis maestros del posgrado por permitirme cursar mis estudios y realizar un propósito más en mi camino.

Al Dr. Esaú Ruíz Sánchez, por sus excelentes ideas, buena disposición, profesionalismo, por sus sugerencias y correcciones siempre tan bienvenidas pero sobre todo por su calidad humana.

A la Dra. Alejandra González Moreno gracias a ella inicie una nueva aventura en su proyecto que me ha servido a crecer académicamente además que es una excelente persona que te brinda el apoyo incondicional

Dr. Gabriel Antonio Lugo García, gracias por aceptarme estancia de investigación, hasta los Mochis Sinaloa, y es una excelente persona que me brindó su apoyo y orientación constante e incondicional, por su comprensión, amistad y confianza brindada.

Al M.C. Alfonzo Pérez Gutiérrez, por su tiempo, colaboración, disposición, profesionalismo, sobre todo por formar parte de mi comité de tesis, gracias maestro.

Al Ing. Andrés Trejo Rivero, por sus sugerencias, disposición, confianza, su amistad recibida, sobre todo por sus conocimientos entomológicos brindados y apoyo para realizar la identificaron de muestras.

A mis familiares

A mi hermana Wendy por ser el ejemplo de una hermana mayor y de la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles; a mi tía María y su marido don Agustín.

A mis hermanas Gorety, Andrea, Lupita y Monserrat por el apoyo moral que me han brindado. Gracias las quiero.

A mi hermano Octavio por los momentos de apoyo gracias por su disposición en cada uno de los momentos en que lo he necesitado

A mi hermanito Daniel que me apoyo en la realización de mis muestreos y siempre estuvo ahí gracias a eso le empezó interesar la ciencia.

A mis futuros suegros Doña Mary y Don José que me abrieron las puertas de su casa y me han brindado un apoyo incondicional además de muchos consejos que me ayudaron seguir adelante gracias.

A mis cuñadas Janet y Susana les agradezco la confianza que depositaron en mí, gracias por su apoyo cuando lo necesite sin pedirme nada a cambio.

A mis PADRINOS

Doña Coty y Don Pepe porque me acompañaron a lo largo de este proceso y estuvieron pendientes, honestos y sinceros que no buscan nada a cambio, solo buscan ayudar a los demás para poder superarse en la vida.

A Samuel que estuvo dispuesto a brindarme la mano cuando más lo necesite .y se ha convertido en un buen amigo.

A ROBERTO NOVELO POR EL APOYO BRINDADO PARA LA REALIZACIÓN DE LA TESIS FUE UNA PARTE MUY IMPORTANTE en los muestreos en el campo una excelente persona un buen colega y amigo

.

DEDICATORIAS

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos y tengo fe confianza que se encuentra a mi lado en cada instante de mi vida, además por su infinita bondad y amor.

A mi madre Aurora

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Alberto

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi novia y espero ya pronto futura esposa Gabriela Capuleto quien me apoya en cada instante que lo he necesitado además de realizar esta aventura juntos me alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir gracias por todos esos momentos tan lindos que hemos pasado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS III

DEDICATORIAS V

ÍNDICE DE FIGURAS VIII

RESUMEN GENERAL X

ABSTRACT XI

CAPITULO I. 1

1.1 INTRODUCIÓN GENERAL 1

1.2 ANTECEDENTES 3

1.2.1 Generalidades del orden Hymenoptera 3

1.2.2 Origen y clasificación del orden Hymenoptera 3

1.2.3 Importancia y tipo de parasitismo 4

1.2.4 Importancia de diversidad biológica de parasitoides 5

1.3 HIPÓTESIS 8

1.4 OBJETIVOS 9

1.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL 10

1.6 LITERATURA CITADA 11

CAPÍTULO II 18

2.1 RESUMEN 18

2.2 INTRODUCCIÓN 21

2.3 MATERIALES Y MÉTODOS 22

2.3.1 Ubicación de muestreo 22

2.3.2 Recolección de ejemplares 22

2.3.3 Identificación taxonómica 23

2.3.4. Análisis de la información 23

2.4 RESULTADOS 25

2.4.1Abundancia de Superfamilias 25

2.4.2 Riqueza de familias 26

2.4.3 Abundancia de familias. 27

2.4.4 Estructura de comunidades 31

2.4.5 Diversidad alfa 32

2.4.5 Diversidad Beta 32

2.5 DISCUSIÓN 34

2.6 CONCLUSIONES 41

2.7 LITERATURA CITADA 42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Abundancia de Superfamilias colectados con trampas Malaise en vegetación natural, número total de individuos recolectados, en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán, México…… 25

Figura 2. Curva de acumulación de familias obtenida con los estimadores no paramétricos Chao 1, ACE y los valores de riqueza obtenidos..... 26

Figura 3. Curva de rarefacción de la riqueza de parasitoides en las tres edades de vegetación, considerando el menor esfuerzo de muestreo representado por una flecha (5178 individuos). Se presentan los intervalos de confianza al 95% de la selva de 5 años (línea punteada) y 25 años (línea discontinua)..... 27

Figura 4. Abundancia total de familias de himenópteros parasitoides colectados con trampas Malaise en selva mediana subcaducifolia, s, en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán, México. 28

Figura 5. Distribución proporcional de familia de himenópteros parasitoides colectados con trampas Malaise en los tres sitios de la reserva Kaxil-Kiuic, en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán, México. 30

Figura 6. Diagramas de abundancia del conjunto de familias colectados en la reserva ecológica biocultural de Kaxil-Kiuic. Los códigos de familias son (sólo los más abundantes): A. Braconidae, B, Diapridae C. Scelionidae y D. Bethylidae. Abundancia de las familias fue trazada sobre una escala logarítmica contra el rango de especies ordenada por la abundancia de las familias. 31

Figura 7. Diagramas de Venn que representa a las familias de parasitoides en vegetación natural..... 33

RESUMEN GENERAL

En muchos hábitats se desconoce los grupos de parasitoides que son propios de esos ambientes, a pesar de que son uno de los grupos más ricos en especies y desempeñan un papel como reguladores de otras poblaciones de insectos. El objetivo de esta investigación fue conocer la diversidad y abundancia de familias de parasitoides (Insecta: Hymenoptera) colectados con trampas Malaise en una selva mediana subcaducifolia, en la reserva ecológica biocultural Kaxil-Kiuic, Oxkutzcab, México. Los muestreos se realizaron con trampas Malaise en tres etapas sucesionales de vegetación (5, 25 y 60 años), durante el período de septiembre a diciembre 2016. Se colectaron 21,937 ejemplares, distribuidos en 33 familias. El valor de riqueza obtenido con los métodos no paramétricos chao 1 y ACE fue de 33 y 33, respectivamente. Se registró mayor número de individuos en la familia Braconidae. En general se capturaron mayor número de individuos de las familias en la vegetación de 5 años. El cálculo de la diversidad de Simpson mostró que existe una gran diversidad y abundancia en la reserva kaxil kiuic, especialmente en la vegetación de 25 años. La diversidad beta mostró que la mayoría de las familias se encontraron en las tres edades de vegetación.|

Palabras clave: Oxkutzcab, Braconidae, diversidad y abundancia

ABSTRACT

In many habitats the groups of parasitoids that are typical of these environments are unknown, although they are one of the richest in species number and play an important role as regulators of other insect populations. The objective of this research was to know the diversity and abundance of parasitoid families (Insecta: Hymenoptera) collected with Malaise traps in a tropical medium subdecidous forest, in the Kaxil-Kiuic biocultural ecological reserve, located in Oxkutzcab, Yucatan, Mexico. Samplings with Malaise traps were carried out in three successional stages of the vegetation (5, 25 and 60 years), during the period September to December 2016. We collected 21,937 specimens from 33 families. Richness estimator obtained with the nonparametric methods chao 1 and ACE showed values of 33 and 33, respectively. The highest number of individuals were recorded in the Braconidae family. In general, higher number of individuals within families were captured in the 5-year-old vegetation. The Simpson's diversity index showed that there is high diversity and abundance in the Kaxil kiuic reserve, especially in the vegetation of 25 years. The beta deversity showed that most of the families were found in the three successional stages of the vegetation.

CAPITULO I.

1.1 INTRODUCIÓN GENERAL

Hymenoptera es uno de los órdenes más grandes de artrópodos terrestres, incluye avispas, hormigas y abejas (Campos, 2012); tiene una gran diversidad biológica ya que lo integran insectos con diferentes hábitos alimenticios, resaltando los fitófagos y entomófagos, éstos últimos pueden ser parasitoides y depredadores con una variedad de biologías intermedias (Lasalle y Gauld, 1993).

Dentro de Hymenoptera, los parasitoides son el grupo más representativo en especies, son abundantes en los ecosistemas terrestres y se desenvuelven como enemigos naturales de insectos, por lo que desempeñan un papel importante en la regulación de poblaciones de sus huéspedes (Marchiori *et al*., 2003). Así mismo, están considerados entre los mejores indicadores ambientales, pues su presencia demuestra la diversidad de huéspedes en esos ecosistemas (Delfín y Burgos, 2000). Los parasitoides son sensibles a perturbaciones ecológicas, de tal manera que las fluctuaciones de sus poblaciones pueden detectarse antes que otros grupos se vean afectados, pues de acuerdo a la hipótesis del nivel trófico, la fragmentación del hábitat afecta más severamente a los parasitoides que a sus huéspedes (Schnitzler, 2008).

Se han descrito entre 115,000 y 199,000 especies de Hymenoptera (LaSalle y Gauld, 1993; Fernández y Sharkley, 2006), de las cuales, 50,000 están registradas como parasitoides (Gaston 1991; LaSalle y Gauld, 1991).

En varias regiones de México se han realizado estudios taxonómicos, de biología y ecología de parasitoides principalmente de las familias Braconidae, Pteromalidae, Scelionidae, Eupelmidae, Chalcididae, Ichneumonidae, Diapriidae, Dryinidae, Encyrtidae, Mymmaridae, Trichogrammatidae, Eulophidae, Signiphoridae y Platygastridae (González, 1997; García, 2005; Gaona, 2005). También se han desarrollado estudios de control biológico natural (González-Villegas et al., 2004), de ecología y comportamiento (Felipe, 2003; Martínez-Martínez *et al*., 2005) y taxonomía (González, 1997; Sánchez *et al*., 1998; 2003; Martínez, 1999, González et al., 2003, Coronado y Ruíz, 2004), los que además de recalcar su importancia como agentes de control biológico, contribuyen al conocimiento en la diversidad de estos grupos y a la importancia en el equilibrio ambiental.

En la Península de Yucatán, México, se han realizado pocos estudios de sistemática faunística y diversidad de parasitoides como grupo (Chay-Hernández *et al*., 2006; González-Moreno *et al*., 2010, 2012, 2015a, 2015b; González-Moreno y Bordera, 2011, 2012a, 2012b; García-Ramírez et al., 2016). La mayoría de estos estudios se enfocan a alguna familia específica de parasitoide, por lo que se desconocen los patrones de diversidad del conjunto de familias de Hymenoptera parasítica.

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 Generalidades del orden Hymenoptera

Son insectos con dos pares de alas membranosas, por lo general con la venación muy reducida; alas posteriores más pequeñas que el par anterior y engranadas con estas últimas mediante ganchos (hamuli). El abdomen por lo general presenta una construcción basal (peciolo) y presenta su primer segmento fusionado con el metatórax; además cuenta con un ovipositor modificado para serrar, picar o taladrar (Richards y Davies, 1977).

1.2.2 Origen y clasificación del orden Hymenoptera

Existen algunos reportes que el origen del grupo Hymenoptera se remonta en los 220 millones de años, esto referente a la fecha de datación de los fósiles más antiguos que se conocen que se les atribuye a este orden de insectos (Nieves-Aldrey y Fontal-Cazalla, 1999). Sin embargo, se han realizado recientemente citas sobre evidencias indirectas, indicadas por huellas de daños en plantas fósiles, que harían remontar el origen del grupo hasta los 300 millones de años (Whitfield, 1998).

Según Rasnitsyn y Zhang (2004), los himenópteros son conocidos desde el jurásico temprano, época en que tenían una diversidad limitada, aumentando enormemente hacia el jurásico tardío. Desde entonces y hasta la actualidad se ha diversificado de muchas formas entre las que destacan sus estrategias de alimentación, que van desde la fitofágia y la depredación, hasta el parasitismo y la formación de agallas en tejidos vegetales (Campos, 2001).

El orden Hymenoptera se divide en dos subordenes: Symphyta y Apocrita. Symphyta está representada por un grupo primitivo de insectos, de los cuales a las que se conocen como moscas sierra y contiene algunos parasitoides. Las abejas, hormigas y avispas pertenecen al suborden Apocrita la cual se divide en Parasitica y Aculeata. En parasítica se encuentran casi la mayoría de especies parasitoides. Por otra parte, referente al suborden Aculeata están representadas en su mayoría por las especies depredadoras o colectoras de polen, con unas pocas especies parasitoides (Godfray, 1994).

En la actualidad se han identificado 99 familias de Hymenoptera, de las cuales 61 son parasitoides, no obstante, es previsible que ese número aumente, al igual que la cantidad de especies parasitoides que hasta el momento oscila en las 50,000 (Goulet y Huber, 1993; Azevedo *et al*., 2003).

1.2.3 Importancia y tipo de parasitismo

Los parasitoides son con frecuencia determinantes en la regulación de las poblaciones de sus huéspedes en ecosistemas naturales, por lo que se les conoce como avispas benéficas. Debido a ello han sido ampliamente utilizados en el control biológico de plagas (Godfray y Hastings, 1998; Marsh, 1979). Se han documentado varios programas exitosos de control biológico de moscas de la fruta, larvas de noctuidos, palomilla dorso de diamante, entre otros (Peña y Ruiz, 1993; Godfray, 1994). Las familias Braconidae, Ichneumonidae, Eulophidae, Pteromalidae, Encyrtidae y Aphelinidae han sido las más empleadas en el control biológico (Dall'Oglio *et al*., 2003).

Los parasitoides pueden diferenciarse entre sí dependiendo de su tipo de desarrollo o el comportamiento que presentan. Los que se alimentan y crecen dentro del cuerpo de su

hospedero se llaman *endoparasitoides*, mientras aquellos que lo hacen encima del hospedero se llaman *ectoparasitoides*. Los parasitoides que paralizan a sus hospederos, dejándolos vivos, para poder manipularlos se llaman *idiobiontes*, y los que no los paralizan, sino que los matan antes de ovipositar son llamados *koinobiontes*. Algunas especies ponen un solo huevo por hospedero, por lo que se dice que son *parasitoides solitarios*, mientras que aquellas especies que ponen varios huevos en un mismo hospedero se denominan *gregarios*. Inclusive, puede haber parasitoides de los parasitoides, a los cuales se les llama *hiperparasitoides* (Ríos, 2011).

1.2.4 Importancia de diversidad biológica de parasitoides

La biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes organismos. La mutación y la selección son dos aspectos determinantes de las características y la cantidad de diversidad que existen en un lugar y momento dados. La diversidad biológica abarca toda la escala de organización de los seres vivos (Halffter, 1995).

La biodiversidad no depende solo de la riqueza de especies, sino también de la dominancia relativa de cada una de ellas. Las especies se distribuyen según jerarquías de abundancias, desde algunas muy abundantes hasta algunas muy raras. Cuanto mayor el grado de dominancia de algunas especies y de rareza de las demás, menor es la biodiversidad de la comunidad (Halffter y Ezcurra 1992).

La biodiversidad a escala de una comunidad depende tanto del número de especies presentes (riqueza específica), como de las abundancias relativas (equitatividad). Estos dos

elementos, riqueza específica y equitatividad, son los factores fundamentales que definen la diversidad de una comunidad.

En la actualidad la pérdida de la diversidad biológica en nuestro planeta es innegable (Mittermeier y Goettsch, 1992). El conocimiento de la diversidad es un tema primordial debido a su vertiginosa pérdida, situación delicada ya que las Naciones Unidas estableció un Plan Estratégico para el conocimiento de la biodiversidad 2011-2020, en un marco de acción de 10 años, para todos los países y las partes pertinentes para salvar la biodiversidad biológica, donde una de las obligaciones es la Evaluación de la Biodiversidad del país que requiere un análisis detallado del estado actual de la biodiversidad y factores que la afectan (CONABIO, 2014).

En este sentido, el estudio de la diversidad de parasitoides es importante por dos elementos fundamentales, el conocimiento e inventario de la diversidad que existe en las áreas seleccionadas y la determinación de la influencia del ambiente (natural vs agroecosistema) en la diversidad de un grupo de organismos benéficos en la agricultura.

A nivel internacional se han realizado algunos estudios sobre la diversidad familias de parasitoides, como el realizado por Dall'Oglio *et al*. (2016), sobre la influencia del sotobosque en la diversidad de familias de parasitoides en un cultivo de eucalipto. De la misma manera Fonseca *et al*. (2016) realizaron un trabajo para conocer la diversidad de familias de parasitoides en una vegetación natural.

En México se han realizado estudios sobre la diversidad de parasitoides en los diferentes tipos de hábitat, sin embargo estos estudios se han enfocado principalmente a una sola familia de parasitoide, por lo que se desconoce los patrones de diversidad del conjunto

de familias (Rodríguez *et al*., 2014, Ruiz-Guerra *et al*., 2013, Rodríguez-Vélez *et al*. 2009). En la Península de Yucatán se han realizado trabajos sobre la diversidad de parasitoides en vegetación natural y agroecosistemas, como el realizado en el estado de Campeche por García *et al*. (2016), sobre la diversidad de Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) de Escárcega, Campeche.

Para el estado de Yucatán, se han realizado algunos trabajos como los de Delfín (2000), González-Moreno y Bordera (2012) y González-Moreno *et al*. (2015), sobre la biología y distribución de parasitoides en diferentes tipos de hábitat en algunas partes del estado. Sin embargo, de la misma manera que los trabajos mencionados anteriormente, estos trabajos están enfocados a una familia de parasitoide.

1.3 HIPÓTESIS

En la selva con estados sucesionales más avanzados, la riqueza de familias de Himenópteros parasitoides es mayor y las comunidades de parasitoides presentan una mayor equidad.

1.4 OBJETIVOS

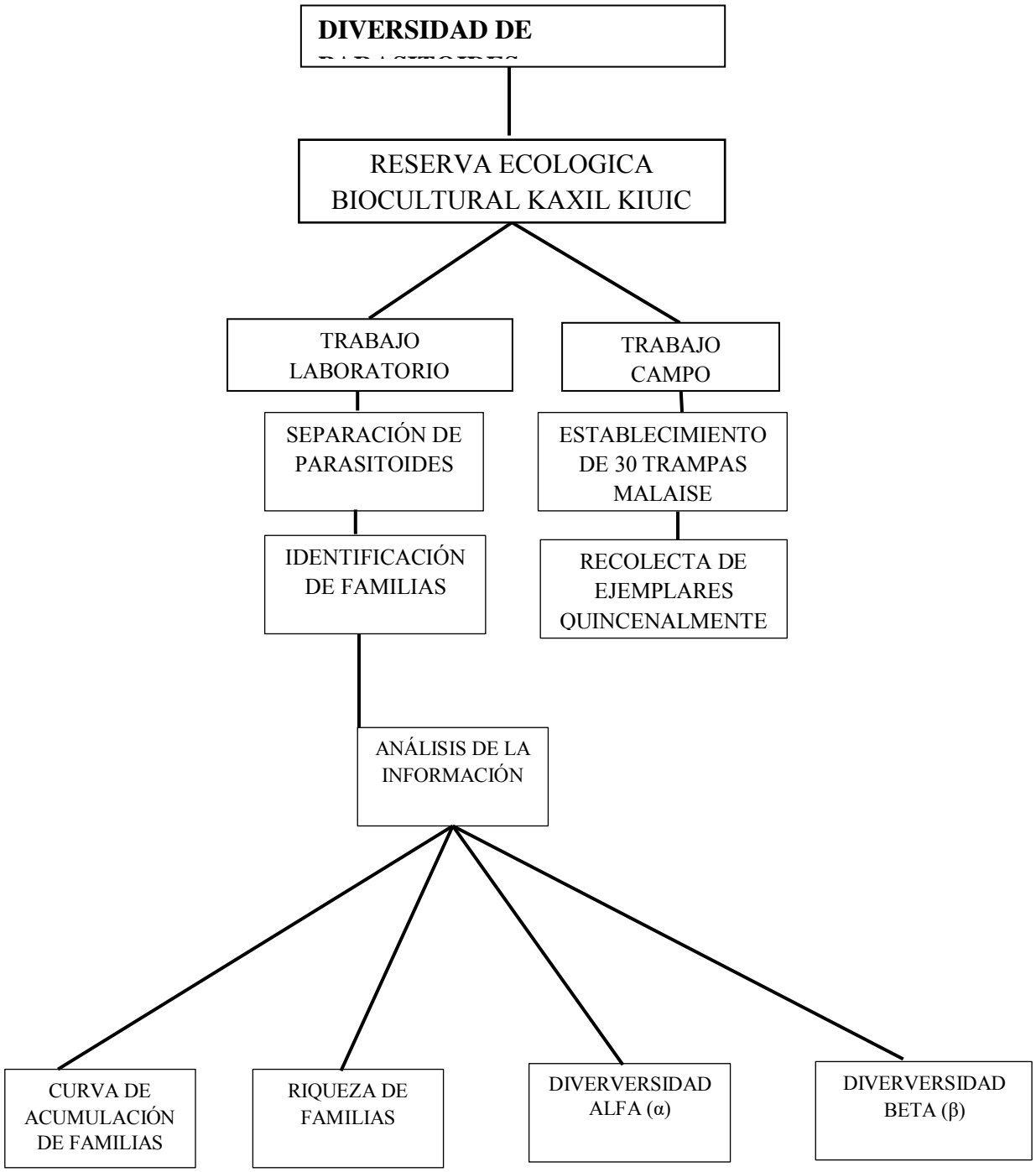
General

Evaluar la diversidad de himenópteros parasitoides en una selva mediana subcaducifolia de Yucatán.

Específicos

- Obtener el listado de las familias de parasitoides en una selva mediana subcaducifolia en la reserva ecológica biocultural Kaxil-Kiuic, Oxkutzcab.
- Comparar la riqueza y abundancia de parasitoides en tres sitios con diferentes edades de selva mediana subcaducifolia.
- Determinar los cambios en la estructura de comunidades y el recambio de familias (diversidad beta) de parasitoides con relación a la edad de la vegetación.

1.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL



1.6 LITERATURA CITADA

Azevedo, C. O., Correa, M. S., Gobbi, F. T., Kawada, R., Lanes, G. O., Moreira, A. R., Redighirei, E.S., Santos, L. M y Waichert, C. 2003. Perfil de familias de Vespas parasitoides (Hymenoptera) em uma área de Mata Atlántica da Estação Biológica de Santa Lúcia, Santa Teresa. Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*. 16: 9 46.

Campos, M. 2001. Lista de los géneros de avispas parasitoides Braconidae (Hymenóptera: Ichneumonoidea) de la región Neotropical. Instituto Humboldt, AA 8693, Bogotá D.C., Colombia. 40 p.

Conabio.gob.mx. (2016). 2014. [online] Available at: http://www.conabio.gob.mx/web/medios/index.php/noticias-2014 [Accessed 6 Apr. 2016].

Coronado B. J. M., Ruíz, C. E. y Varela, F. E. S. 2004. Adenda a Braconidae (Hymenoptera). Pp. 713-720. En: Llorente J. E., J.J. Morrone, O. Yánez O. eI. Vargas F. (Eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Volumen IV. Universidad Autónoma de México. México.

Dall'Oglio OT, Ribeiro, R. C, Ramalho, F. D. S., Fernandes F. L., Wilcken, CF, Assis Júnior, S.L., Plata Rueda, R., Serrao, J. E y Zanuncio. J. C. 2016. Can the Understory Affect the Hymenoptera Parasitoids in a Eucalyptus Plantation? PLoS ONE 11(3): e0151165.

Delfín, G. H y Burgos, R. 2000. Los bracónidos (Hymenoptera: Braconidae) como grupo parámetro en las selvas deciduas del trópico: Una discusión acerca de su posible uso. Acta Zoológica Mexicana. (n. s) 79:43-56.

Felipe, S. J. M., Rojas, J., Gómez, J. y Barrera, F. J. 2003. El papel del estímulo químico durante la búsqueda de huésped del parasitoide Cephalonomia stephanoderis (Hymenoptera Bethylidae). Pp 118-122. En XXVI Congreso Nacional de Control Biológico. Guadalajara, Jalisco, México.

Fernández, F. y Sharkey. M. J. 2006. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D. C. 894 P.

Gaona, G. G., Ruíz, C. E., Myartseva, N. S., Trjapitzin, A. V., Coronado, B. J. M y Mora, O. A. 2005. Himenópteros parasitoides (Chalcidoidea) de coccoidea (Homoptera) en Cd. Victoria, Tamaulipas, México. Acta Zoo Mex. ISSN 0065-1737.

García, G. F., González, H. A. y España, L. M. 2005. Especies de Trichogramma Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) presentes en centros reproductores de México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). ISSN 0065-1737.

García-Ramírez, M., Ruíz-Cancino, E., Coronado-Blanco, J. M y Khalaim, A. I. 2016. Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) de Escárcega, Campeche, México: nuevos registros de especies. Ciencia UAT. 10 (2), 06-12.

Gibson, G. A. P., Huber, J. T. y Woolley, J. B. 1997. Annoted keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). Ottawa. NRC Research Press. 794p.

Godfray, H. 1994. Parasitoids. Behavioral and Evolutionary Ecology. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 473 p.

Godfray, H. y Hastings, A. 1998. Learning, host fidelity, and the stability of hostparasitoid communities. The American Naturalist. Vol. 153. No. 3. The University of Chicago Press. pp. 295-301.

González, H. A. 1997. Informe final del proyecto P021. Inventario de Hymenóptera parasítica en México. CONABIO. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. 44 p.

González H. A., Wharton, R. A., Sánchez, J. A., Delfín, H., Lomelí, J. R., López, V y Figueroa, J. I. 2003. Catálogo Ilustrado de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonidae) de México. Universidad Autónoma de Nuevo León.

González-Moreno, A. Bordera, S y Delfín-González, H. 2010. A new species of Endasys Foerster, 1868 (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Mexico with additional key to Nearctic species. Zootaxa. 2648: 61-68.

González-Moreno, A y Bordera, S. 2011. New records of Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) from México. *Zootaxa*, **2879,** 1-21.

González-Moreno, A y Bordera, S. 2012a. The Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) from Ria Lagartos Biosphere Reserve, Mexico. *Zootaxa*, **3230,** 1-51.

González-Moreno, A y Bordera, S. 2012b. Review of Mexican species of *Podogaster* Brullé (Hymenoptera: Ichneumonidae), with description of two new species. *Neotropical entomology*.

González-Moreno, A., Bordera, S., Leirana-Alcocer, J. y Delfín-González, H. 2012. Diurnal flight behaviour of Ichneumonoidea (Insecta: Hymenoptera) related to environmental factors in a tropical dryforest. Environmental Entomology. 41(3): 587-593.

González-Moreno, A., Bordera, S y Delfín-González, H. 2015a. Spatio-temporal diversity of Cryptinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) assemblages in a protected area of southeast Mexico. Journal of Insect Conservation, 19 (6). 1153-1161.

González-Moreno A., Bordera, S y Sääksjärvi, I. E. 2015b. Description of three new species of Labena Cresson from Mexico (Hymenoptera, Ichneumonidae, Labeninae), with notes on tropical species richness. Zootaxa 3948 (3): 573–586.

González-Villegas, R., Guerrero-Rodrígues, E., Alvarez de la Cruz, O., Sánchez- Valdez,V. M., Corrales-Reynaga, J y Cárdenas-Elizondo, A. 2004. Parasitismo natural del picudo de la yema del manzano Amphidees spp (Coleoptera: Curculionidae) y su fluctuación en huertos de manzano en Arteaga, Coahuila. En; Morales, M. M., Ibarra, G. M., Rivera, G. A., Stanford, C. S. (Eds) Entomología mexicana. Vol. 3. ISBN: 968-839-411-4.

Goulet, H. y Huber, J. T. 1993. Hymenoptera of the World. An identification guide to families. Centre for Land an Biologicla Resources Research Ottawa Ontario. Research Branch. Agriculture Canada. Publication 1894/E. 668 p.

LaSalle, J. y Gauld, I. D. 1993. Hymenoptera and Biodiversity. C. A. B. International. United Kingdom. 275 p.

Marchiori, C., Oliveira, M., Costa, B., Silva, M y Pereira, A. 2003. Levantamento de famílias de parasitóides coletadas em Araporã-MG usando armadilhas de bacias amarelas e malaise. Brasil. Ciencias Agrarias, Londrina. 24 (2): 317-320.

Mittermeier, R y Goettsch, C. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. México ante los Retos de la Biodiversidad. Ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 63-73.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84p.

Nieves-Aldrey, J. L y Fontal-Cazalla, F. M. 1999. Filogenia y Evolución del Orden Hymenoptera. Dpto de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Museo Nacional de Ciencias Naturales (C.S.I.C). Madrid. Bol. S.E.A., 26: 459—474.

Peña, C. E. y Ruíz, C. E. 1993. Distribución de géneros de Braconidae (Hymenoptera) en diversos municipios del estado de Morelos. Memorias del XXVIII Congreso Nacional de Entomología. 83p.

Pickering y Sharkey. 1995. Diversity and tropic interactions of parasitic wasps (Hymenoptera: Icneumonoidea) in tropical lowland forests. Institute of Ecology. University of Georgia. U. S. A.

Rasnitsyn, A. P y Zhang, H. 2004. A new family, Daohugoidea fam. n., of siricomorph hymenopteran (Hymenoptera=Vespidae) from the Middle Jurassic of Daohugou in Inner Mongolia (China). Proceedings of the Russian Entomological Society. St. Petersburg. 75 (1): 12-16.

Richards, O. W y Davies, R. 1977. Introducción a la entomología. Estructura fisiología y Desarrollo. United Kigdom.

Rodríguez, A. J., Ruíz, E., Coronado, J. M., Treviño, J y Khalaim, A. I. 2014. Avispas ich-neumonoideas que atacan al gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en México. Agroproductividad, 7(1), 28.

Rodríguez-Velez, B., Zaragoza-Caballero, S y Rodríguez, J. M. 2009. Diversidad de Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) y otras familias de Hymenoptera obtenidas con trampas Malaise en el bosque tropical caducifolio de la región de Huatulco, Oaxaca, México. Revista mexicana de biodiversidad, 80(3), 709-71.

Ruíz-Cancino E., Rafaelevich-Kasparyan, D., González-Moreno, A., Ivanovich Khalaim, A y Coronado-Blanco, J. M. 2014. Biodiversidad de Ichneumonidae (Hymenoptera) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl. 85: 385-391.

Ruíz-Guerra, B., Hanson, P., Guevara, R y Dirzo, R. 2013. Richness and abundance of Ichneumonidae in a fragmented tropical rain forest. Neotropical entomology, 42(5), 458-465.

Sánchez, J. A., Romero, J., Ramírez, S., Anaya, S y Carrillo, J. L. 1998. Géneros de Braconidae del Estado de Guanajuato (Insecta: Hymenoptera). Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). 59-137.

Schnitzler, R. F.2008. Hymenopteran parasitoid diversity and tri-trophic interactions: The effects of habitat fragmentation in Wellington, New Zealand. Thesis of Doctor of Philosophy in Ecology and Biodiversity. Victoria. University Wellington. New Zealand.

Wharton R.A., Marsh, P.M. y Sharkey, M. J. 1997. Manual of the New World genera of the Family Braconidae (Hymenoptera) Spec. Pub. No. 1, The International Society of Hymenopterists, Washington D.C.

Whitfield, J. B. 1998. Phylogeny and evolution of host-parasitoid interactions in hymenoptera. Entomology Department. University of Arkansas. Fayetteville. Arkansas. Annu. Rev. Entomol. 43:129–51.

CAPÍTULO II

DIVERSIDAD DE FAMÍLIAS DE HIMENÓPTEROS PARASITÓIDES (HYMENOPTERA: INSECTA) EN UNA SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA EN EL ESTADO DE YUCANTÁN

Torres-Cab, W. [1]; Ruíz- Sánchez, E. [1]; González-Moreno, A. [1]; Pérez -Gutiérrez, A. [1]; Lugo-García, G. [2]

[1] División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Conkal. Km 16.3 antigua carretera Mérida-Motul. Conkal, Yucatán, México. CP 97345.

[2] Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte, Universidad Autónoma de Sinaloa, 81110, Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa

Correo-e: wjtc_16@hotmail.com

2.1 RESUMEN

En muchos hábitats se desconoce los grupos de parasitoides que son propios de esos ambientes, a pesar de que son uno de los grupos más ricos en especies y desempeñan un papel como reguladores de otras poblaciones de insectos. El objetivo de esta investigación fue conocer la diversidad y abundancia de familias de parasitoides (Insecta: Hymenoptera) colectados con trampas Malaise en una selva mediana subcaducifolia, en la reserva ecológica biocultural Kaxil-Kiuic, Oxkutzcab, México. Los muestreos se realizaron con trampas Malaise en tres etapas sucesionales de vegetación (5, 25 y 60 años), durante el período de septiembre a diciembre 2016. Se colectaron 21,937 ejemplares, distribuidos en 33 familias. El valor de riqueza obtenido con los métodos no paramétricos chao 1 y ACE fue de 33 y 33, respectivamente. Se registró mayor número de individuos en la familia Braconidae. En general se capturaron mayor número de individuos de las familias en la vegetación de 5 años. El cálculo de la diversidad de Simpson mostró que existe una gran diversidad y abundancia en la reserva kaxil kiuic, especialmente en la vegetación de 25 años.

La diversidad beta mostró que la mayoría de las familias se encontraron en las tres edades de vegetación.|

Palabras clave: Oxkutzcab, Braconidae, diversidad y abundancia

ABSTRACT

In many habitats the groups of parasitoids that are typical of these environments are unknown, although they are one of the richest in species number and play an important role as regulators of other insect populations. The objective of this research was to know the diversity and abundance of parasitoid families (Insecta: Hymenoptera) collected with Malaise traps in a tropical medium subdecidous forest, in the Kaxil-Kiuic biocultural ecological reserve, located in Oxkutzcab, Yucatan, Mexico. Samplings with Malaise traps were carried out in three successional stages of the vegetation (5, 25 and 60 years), during the period September to December 2016. We collected 21,937 specimens from 33 families. Richness estimator obtained with the nonparametric methods chao 1 and ACE showed values of 33 and 33, respectively. The highest number of individuals were recorded in the Braconidae family. In general, higher number of individuals within families were captured in the 5-year-old vegetation. The Simpson's diversity index showed that there is high diversity and abundance in the Kaxil kiuic reserve, especially in the vegetation of 25 years. The beta deversity showed that most of the families were found in the three successional stages of the vegetation.

Key words: Oxkutzcab, Braconidae, diversity and abundance

2.2 INTRODUCCIÓN

Existen en la actualidad múltiples estudios sobre la diversidad de los himenópteros parasitoides, se ha reportado que la diversidad de estos insectos en las regiones tropicales es mayor que en cualquier otra región del mundo (Wolda, 1983; Noyes, 1989). Además, las regiones tropicales son las menos conocidas y las que más rápidamente están siendo transformadas y eso da lugar a la pérdida de su biodiversidad (Wilson, 1988).

En México, los himenópteros parasitoides constituyen una fauna potencialmente importante, dada la presencia de una alta diversidad de éstos en ecosistemas naturales, ya que México es un país con una gran riqueza biológica y a la vez presentan un gran número de endemismos (Ceballos y García, 1995). Por lo que los estudios de biodiversidad contribuyen a generar información para la conservación de su hábitat natural. Entre los insectos que juegan un papel importante en las comunidades, se encuentran himenópteros parasitoides, ya que son un grupo muy rico en especies, son comunes y abundantes en todos los ecosistemas terrestres, desempeñando un papel muy importante en la regulación de poblaciones de sus huéspedes (De Santis, 1963).

A pesar de su importancia biológica y económica, los himenópteros parasitoides han sido pobremente estudiados en la Península de Yucatán existiendo poca información sobre diversidad de familias en ecosistemas naturales y agrícolas por lo que el siguiente estudio se llevó acabo con el objetivo de comparar la diversidad alfa y beta de parasitoides en relación a la etapa sucesional de una selva mediana así como obtener el listado de las familias de parasitoides en una selva mediana subcaducifolia en la reserva ecológica biocultural Kaxil-Kiuic, Yucatán.

2.3 MATERIALES Y MÉTODOS

2.3.1 Ubicación de muestreo

El presente trabajo se realizó en la reserva ecológica biocultural Kaxil-Kiuic, localizada en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán, entre los paralelos 20º 21' y 19º 58' latitud norte y los meridianos 89º 22' y 89º 46' de longitud oeste. Su altura promedio sobre el nivel del mar es de 33 metros. El clima en toda la región es cálido-subhúmedo, presenta una temperatura media anual de 26.3°C con lluvias en los meses de mayo y junio. Cuando se interrumpen se presenta la sequía de medio verano. Tiene una precipitación pluvial media anual de 84.2 milímetros. La humedad relativa en el mes de marzo es del 66% y en el mes de diciembre es del 89%. Los vientos dominantes proceden del sureste. La flora que existente en el municipio se clasifica como selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria (Stefanoni 2014.).

2.3.2 Recolección de ejemplares

Dentro de la Reserva con selva mediana subcaducifolia, se seleccionaron tres sitios de acuerdo a la edad de la vegetación: 5 años, 25 años y 60 años. En cada hábitat, se colocaron 10 trampas Malaise ampliamente utilizadas en programas de monitoreo de parasitoides (Fraser *et al*., 2007). Las trampas permanecieron durante el periodo agostos a diciembre de 2016. Las trampas funcionaron ininterrumpidamente durante la temporada de lluvias, procediendo a la reposición de los botes colectores cada quince días.

Todos los himenópteros se retiraron de las muestras de trampa de Malaise y se almacenaron en alcohol al 70%. Posteriormente se trasladaron al laboratorio de Entomología del Instituto Tecnológico de Conkal.

2.3.3 Identificación taxonómica

Cada muestreo fue llevado al Laboratorio de del Instituto Tecnológico de Conkal, donde fueron conservados debidamente en alcohol etílico al 70%. Inmediatamente fueron rotulados con el lugar y fecha de colecta. Para la separación del orden en estudio, que en este caso es Hymenoptera, se utilizó una lupa estereoscópica y placas petri, conteniendo una solución de alcohol al 70%, lo que permitió observar en detalle los insectos capturados. El material separado fue identificado y clasificado a nivel de familia, mediante el uso de caracteres diagnósticos específicos utilizando claves taxonómicas de Goulet y Huber (1993) y Gibson *et al*., (1997).

2.3.4. Análisis de la información

Se realizaron curvas de acumulación para conocer si el número de muestras es el adecuado, ya que esto actúa como un indicador del esfuerzo de muestreo y del número de muestras requeridas para determinar la diversidad relativa de un grupo de organismos. Igualmente, la probabilidad de encontrar una nueva especie es mayor, mientras más tiempo se pase muestreando en el campo (Moreno, 2001). Una vez obtenido el número de individuos, se realizó análisis de varianza del número de individuos de las familias más abundantes.

Para la riqueza de especies se utilizaron estimadores no paramétricos de riqueza de especies, el ACE (Suma un factor de corrección al número observado de familias.

Este factor considera al número de familias para las cuales se detectó un único individuo y para las que se detectaron dos individuos, también puede considerar el número de muestras realizado y CHAO 1 Estima el número de familias esperadas considerando la relación entre el número de familias representadas por un individuo (singletons) y el número de familias representadas por dos individuos en las muestras (doubletons). La abundancia de comunidades se analizará construyendo curvas de Whitaker con el software Species Diversity and Richnnes III. Para calcular la diversidad alfa se utilizará el índice de Simpson, que se basa en el número de taxones dominantes.

Para calcular la diversidad beta se usarán los índices de Jaccard y Sorensen. Estos índices expresan el grado de similitud entre dos muestras en diferentes localidades o ambientes de forma cuantitativa o cualitativa.

2.4 RESULTADOS

2.4.1Abundancia de Superfamilias

Se contabilizaron 23,435 himenópteros parasitoides, representados por 10 superfamilias: Chalcidoidea, Chrysidoidea, Cynipoidea, Ceraphronoidea, Ichneumunoidea, Proctotrupoidea, Platygastroidea, Vespoidea, y Evanioidea. Las Superfamilias más abundantes fueron Ichneumonoidea y Chalcidoidea con 7,422 y 5,015 ejemplares respectivamente, lo que representa el 31.7% y el 21.4% del total colectado (Figura1).

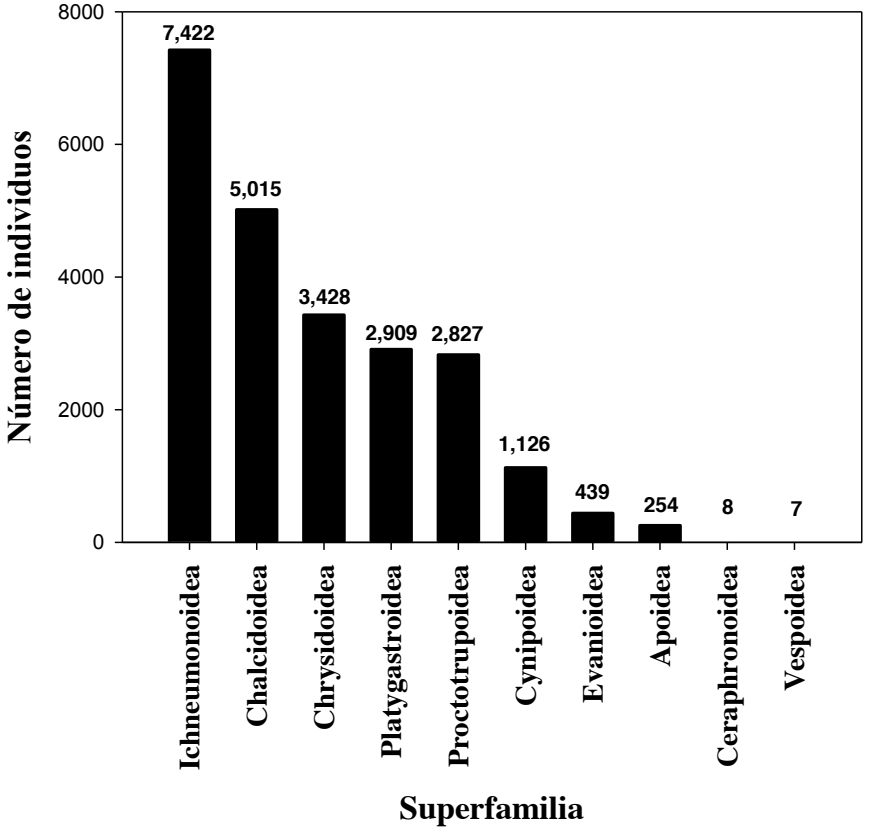


Figura 1. Abundancia de Superfamilias colectados con trampas Malaise en vegetación natural, número total de individuos recolectados, en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán, México.

2.4.2 Riqueza de familias

El valor estimado de la riqueza de especies, basado en los estimadores no paramétricos Chao 1 (33) y ACE (33) fue igual que el valor observado (33). Esto significa que se recolectó el 100% de la riqueza real local. La curva de acumulación de especies obtenida con estos estimadores alcanzó la asíntota (Figura 2).

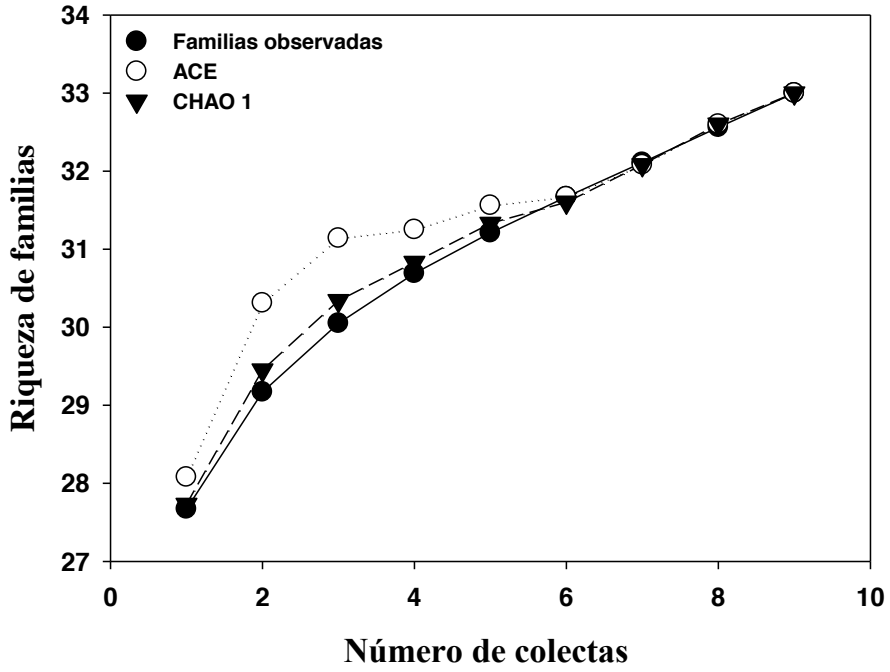


Figura 2. Curva de acumulación de familias obtenida con los estimadores no paramétricos Chao 1, ACE y los valores de riqueza obtenidos.

En relación a la riqueza comparada entre los sitios, se observó que no existen diferencias en el número de familias de parasitoides de los fragmentos de selva de diferente edad sucesional, de acuerdo al análisis de rarefacción (Figura 3).

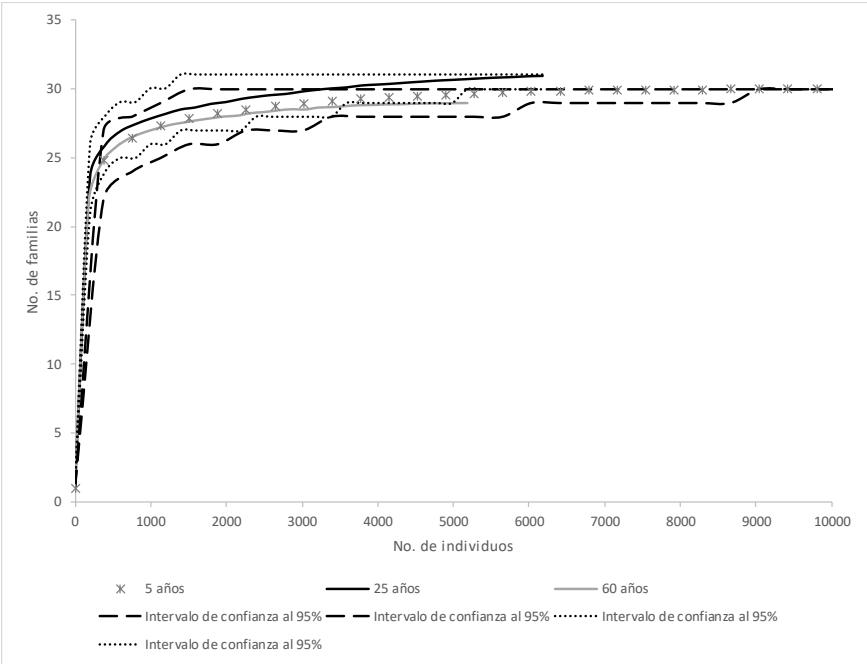


Figura 3. Curva de rarefacción de la riqueza de parasitoides en las tres edades de vegetación, considerando el menor esfuerzo de muestreo representado por una flecha (5178 individuos). Se presentan los intervalos de confianza al 95% de la selva de 5 años (línea punteada) y 25 años (línea discontinua).

2.4.3 Abundancia de familias.

Los 23,435 individuos recolectados estuvieron agrupados en 33 familias, donde Braconidae, Diapridae, Scelionidae y Bethylidae fueron los más abundantes con 5910, 2827, 2737 y 2411 individuos, respectivamente (Figura 4). Se registra por primera vez para Yucatán las familias Elasmidae, Eurytomidae y Tetracampidae.

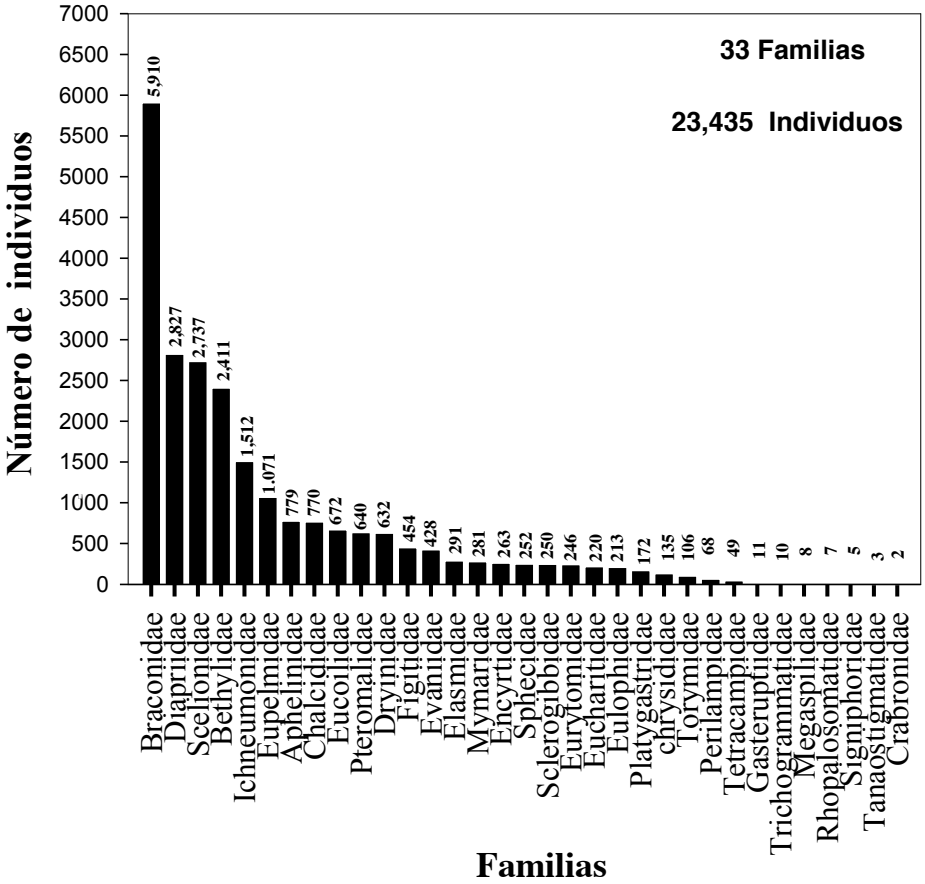


Figura 4. Abundancia total de familias de himenópteros parasitoides colectados con trampas Malaise en selva mediana subcaducifolia, s, en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán, México.

Braconidae fue la familia más abundante con un total de 5, 910 individuos en los tres sitios muestreados (vegetación de 5 años; de 25 años y de 60 años), de los cuales, el 53% de los ejemplares fue recolectado en la vegetación de 5 años, el 25 % se colecto en vegetación de 25 años y el 21% fue en vegetación de 60 años (Figura 4).

En relación a las otras tres familias más abundantes, Bethylidae, Scelionidae y Diapriidae presentaron datos similares de abundancia, aproximadamente la mitad de los ejemplares colectados fue en la vegetación de 5 años (las dos primeras presentan el 48% de su abundancia total y Diapriidae el 44%); el otro 29% de los betilidos se recolectó en la vegetación de 25 años y el 23 % en 60 años. De manera similar, el otro 28% y 24% de los scelionidos recolectados fue en la vegetación de 25 y 60 años, respectivamente. Por el contrario, el otro 33% de los diapridos se colectaron en el remanente de vegetación de mayor edad (60 años), seguido del 24% de los diapridos presentes en 25 años.

La mayoría de las familias encontradas fueron más abundantes en la vegetación de 5 años, con algunas excepciones como las familias Eupelmidae y Eucharitidae, que fueron más abundantes en un 54% y 45%, respectivamente en la vegetación de 25 años. Cabe resaltar la presencia de familias que fueron exclusivas para una sola edad de vegetación, como la familia Rhopalosomatidae encontrada en los fragmentos de 5 años y Megaspilidae y Crabronidae colectada en la vegetación de 25 años (Figura 5). De igual forma, una sola familia, Tanaostigmatidae, fue la única que tuvo el mayor número de individuos en la vegetación de 60 años, sin encontrarse en la vegetación de 5 años.

Sin embargo, considerando las familias que podrían ser representativas de los sitios con más de 500 individuos, sólo las familias Chalcididae y Pteromalidae fueron significativamente más abundantes en la vegetación de 5 años que en las otras edades de acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 1).

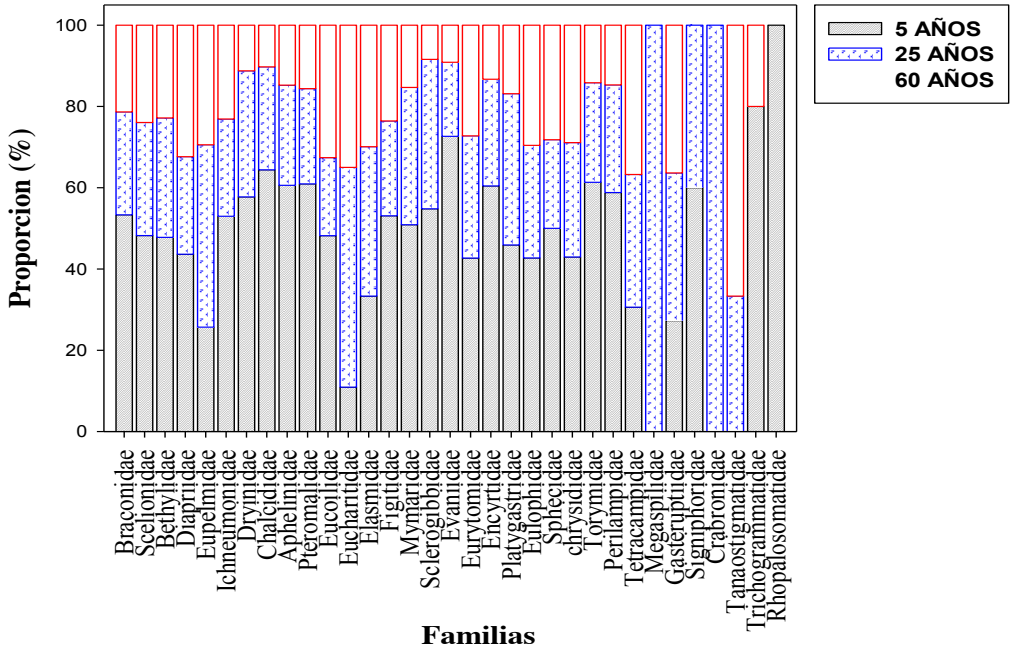


Figura 5. Distribución proporcional de familia de himenópteros parasitoides colectados con trampas Malaise en los tres sitios de la reserva Kaxil-Kiuic, en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán, México.

Cuadro 1. Media de la abundancia de las familias con más de 500 individuos recolectados con trampa Malaise en diferentes edades de una selva mediana subcaducifolia en Oxkutzcab, Yucatán, México (Medias ± error estándar) letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (Tukey p≤0.05).

Familias Hymenoptera	5 años	25 años	60 años
		Media	
Braconidae	315.20±0.25a	14.80±0.10 b	126.00±0.11b
Diapridae	123.40 ±0.60 a	67.80± 0.51b	91.50±0.58 ab
Scelionidae	132.00± 0.80a	76.20± 0.71ab	65.50±0.50 b
Bethylidae	115.20±0.29a	70.90± 0.22ab	55.00±0.19 b
Eupelmidae	27.50± 0.33b	48.10± 0.61a	31.50± 0.55ab
Aphelinidae	47.20±0.57a	19.20± 0.33ab	11.50± 0.28b
Chalcididae	49.60± 0.50a	19.50± 0.32b	7.90± 0.25b
Eucoilidae	32.40±0.95 a	19.20±0.44 b	21.90± 0.35ab
Pteromalidae	39.00±0.87 a	15.00±0.83 b	10.00± 0.73b
Dryinidae	36.50±0.79a	19.60± 0.61ab	7.10± 0.55b

2.4.4 Estructura de comunidades

La estructura de comunidades de parasitoides fue similar en las tres edades sucesionales, sin embargo, la vegetación de menor edad tiene cuatro familias con rangos de abundancia altos, en la vegetación de 25 años, la familia Braconidae es la familia dominante y en la de 60 además de Braconidae otro conjunto de familias tienen rangos altos de abundancia. De igual forma se puede observar que la pendiente de la curva es más suave en la vegetación de 60 años, lo que sugiere comunidades más equitativas (Figura 6).

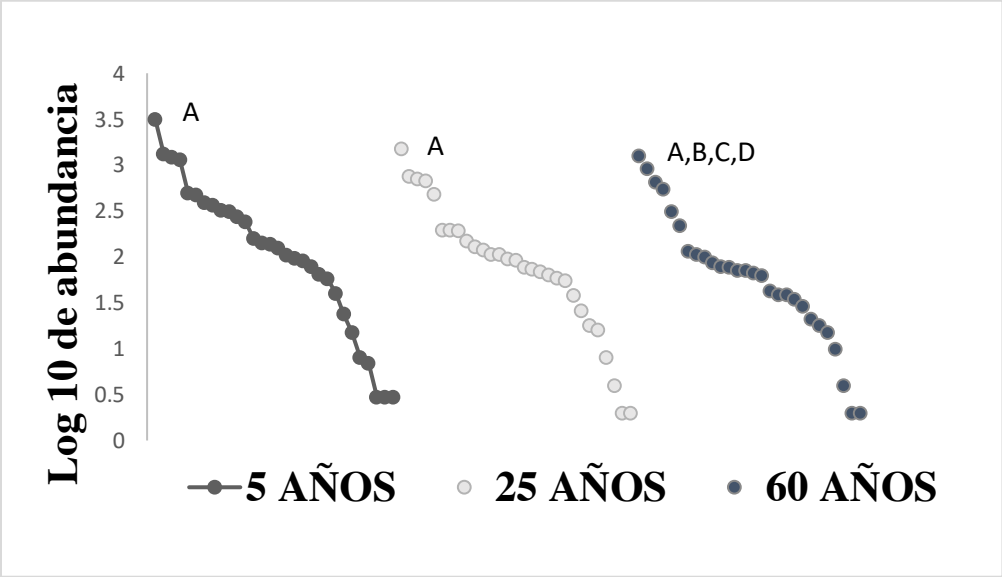


Figura 6. Diagramas de abundancia del conjunto de familias colectados en la reserva ecológica biocultural de Kaxil-Kiuic. Los códigos de familias son (sólo los más abundantes): A. Braconidae, B, Diapridae C. Scelionidae y D. Bethylidae. Abundancia de las familias fue trazada sobre una escala logarítmica contra el rango de especies ordenada por la abundancia de las familias.

2.4.5 Diversidad alfa

La diversidad de familias de parasitoides fue mayor en la vegetación de 25 años, que fue la que presenta una composición de vegetación sucesional intermedia, además cuenta con especies de árboles que se pueden encontrar en la vegetación de 5 y 60 años. Por el contrario, en la vegetación de 60 años presentó valores bajos de diversidad (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diversidad de Simpson, correspondiente a cada uno de las edades de vegetación dentro de la Reserva de Kaxil-Kuic, con sus intervalos de confianza al 95%.

Edad de vegetación	Índice Simpson	Límite inferior	Límite superior
5 años	8.35	8.122	8.601
25 años	9.307	8.961	9.653
60 años	8.195	7.881	8.472

2.4.5 Diversidad Beta

La diversidad beta entre las diferentes edades fue baja, los valores de complementariedad alcanzan únicamente el 18% en las tres edades sucesionales, con 27 familias presentes en las tres edades de vegetación. Sin embargo existieron algunas familias que se colectaron en dos edades de vegetación como fue el caso de Signiphoridae colectada en 5 y 25 años, Tanaostigmatidae en 25 y 60 años y Trichogrammatidae 60 y 5 años. De la misma manera, se observó que algunas de las familias se colectaron sólo en una edad de vegetación, como es el caso de la familia Rhopalosomatidae que sólo se colectó en la

vegetación de 5 años, y las familias Megaspilidae y Crabronidae que se colectaron únicamente en la vegetación de 25 años (Figura 7).

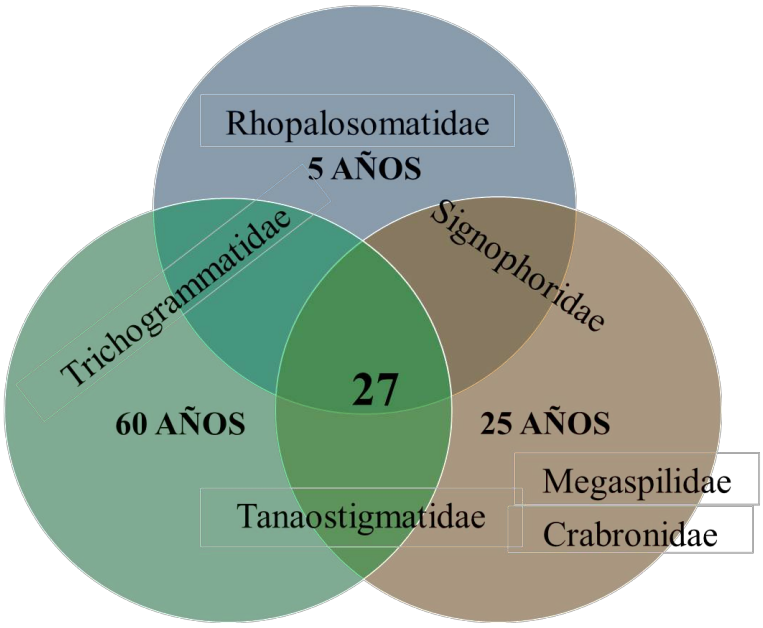


Figura 7. Diagramas de Venn que representa a las familias de parasitoides en vegetación natural.

2.5 DISCUSIÓN

El presente estudio ofrece una sustancial contribución al conocimiento de la diversidad y composición de avispas parasitoides presentes en diferentes edades de vegetación de una selva mediada subcaducifolia en la reserva biocultural Kaxil-Kiuic, donde se recolectaron 23,435 individuos de 33 familias. Estos resultados ponen de relieve la importancia biológica de las selvas medianas subcaducifolias de Yucatán como zona de refugio y preservación de parasitoides.

La superfamilia de mayor abundancia fue Ichneumonoidea, la cual se encuentra representada por 2 familias, Braconidae e Ichneumonidae. Esta superfamilia ha sido reportado comúnmente como abundante en otros estudios (Scatolini y Penteado-Días, 2003; Sääksjärvi *et al*., 2006; Fernández, 2000; Campos 2001), esto probablemente se deba a que es una familia con un gran número de especies, además de estar presente en diversos hábitats, por la variedad de estrategias de parasitoidismo y plasticidad que poseen sus miembros, lo que les permite colonizar la mayoría de los ambientes terrestres. Esta superfamilia tiene especies que son típicas de zonas con alta intervención antrópica, como las áreas cultivadas, así también existen otras especies que son específicas de bosques primarios y secundarios (Guerra y Penteado-Días, 2002; Campos, 2004). Se ha observado que muchas especies de este grupo de insectos no se ven afectadas significativamente por las alteraciones generadas por el hombre en la estructura del hábitat (Idris *et al*., 2001; Vollhardt *et al*., 2008). Otra superfamilia que presentó mayor riqueza y abundancia fue Chalcidoidea.

Los grupos capturados incluyen una variedad de endoparasitoides, koinobiontes y ectoparasitoides idiobiontes de huevos, larvas y pupas de Lepidoptera, Coleoptera y Díptera

principalmente (Fernández, 2000; Arias y Delvare, 2003). El número de individuos colectados fue mayor que lo que se reportan en otros trabajos realizados en diferentes hábitats, con diferente vegetación, climas, temperaturas, entre otros factores. Por ejemplo, Marchiori *et al*. (2003) encontraron encontraron 22 familias; Marchiori y Penteado-Días (2002) y Amaral *et al*. (2005) registraron 21 familias; Azevedo y Santos (2000) obtuvieron 30 familias; y Azevedo *et al*. (2002) encontraron 28 familias, todos ellos en regiones climáticas y florísticas diferentes al del presente este estudio.

En el presente estudio se recolectó el 100% de las familias estimadas para el sitio de estudio, según los estimadores Chao 1 y ACE, los cuales presentaron curvas de acumulación con un crecimiento inicial rápido y alcanzaron una asíntota definida como lo reportan diversos autores (Gimaret- Carpentier *et al*., 1998; Skov y Lawesson, 2000; Longino *et al*., 2002). La tasa de acumulación de especies fue mayor al inicio del muestreo, lo cual concuerda con lo observado por Chazdon *et al*. (1998), quienes concluyeron que el comportamiento de alta tasa inicial de acumulación de especies se debe a que las especies tienen una distribución al azar. También se considera que los altos valores se deben a que a nivel familia, al ser un nivel taxonómico alto, es probable que con un muestreo extensivo como éste, con 30 trampas Malaise, se recolecte la totalidad de familias del sitio, sin llegar a la totalidad de especies.

En relación a la riqueza de familia, número similares de riqueza se han reportado en plantaciones de Eucalipto (Dall'Oglio *et al*., 2016) y en plantaciones de café de Venezuela (Mazon, 2015) con 30 y 33 familias, respectivamente. Sin embargo, las familias abundantes fueron diferentes en los estudios mencionados, ya que en la plantación de café de Venezuela las familias más abundantes fueron Braconidae, Ichneumonidae y Chalcididae, mientras que

en las plantaciones de eucalipto las familias más abundantes fueron Braconidae, Chalcididae, Encyrtidae, Ichneumonidae, Mymaridae, Scelionidae y Trichogrammatidae. Estas diferencias, muy probablemente se deban a la presencia de diferentes especies de fitófagos asociados a eucalipto y café. Cabe mencionar también que los resultados encontrados en los estudios previos podría deberse a que la mayoría de las familias mencionadas pertenecen a las superfamilias Ichneumonoidea y Chalcidoidea, que son especialmente ricas en especies (Fernández y Shakey, 2006), lo que aumenta la probabilidad de que sus especies puedan colonizar diferentes tipos de vegetación.

Una de las familias más abundantes, independientemente del tipo de vegetación es Braconidae, la cual también estuvo bien representada en los tres estados de sucesión de la selva mediana subcaducifolia. Las familias más abundantes, con más de 500 individuos, se representaron por 6 familias. La más representativa fue la familia Braconidae en las tres edades de vegetación estudiadas (5, 25 y 60 años). Especialmente, la familia Braconidae destacó por su riqueza y abundancia.

En todas las coberturas vegetales la familia Braconidae es una de mayor riqueza taxonómica del orden Hymenoptera. Esto puede deberse a que Braconidae es una de las familias con un gran número de especies estimadas, por ejemplo, para Costa Rica se estima que hay 2,000 especies de Braconidae (Fernández y Shakey, 2006). A nivel Neotropical, la mayoría de los trabajos sistemáticos se han enfocado al conocimiento a nivel genérico (Campos, 2001), por lo que el trabajo a nivel específico es insuficiente para estimar con mayor precisión el número real de Braconiade presentes en México. Aunque el número de especies conocidas en el país es de alrededor de 600, es posible que el número real esté entre las 3,000 y 5,000 especies.

Otro aspecto importante a mencionar de Braconiade, es que los miembros de esta habitan en casi todos los ecosistemas terrestres, aunque son particularmente diversos en los trópicos, siendo casi todas sus especies parasitoides de larvas de insectos fitófagos (Quicke, 1997). Tienen numerosas estrategias de parasitoidismo, pueden ser ecto o endo parasitoides con estrategia idioionte o koinobionte, con altos grados de especialización (Fernández y Sharkey, 2006), lo que les permite estar en diversos hábitats.

Bethylidae, Scelionidae y Diapriidae también fueron más abundantes en la vegetación de 5 años. Estas familias también se caracterizan por el alto número de especies conocidas en el Neotrópico, con 2,200; 3,000 y 2,300 especies, respectivamente (Fernández y Sharkey). Cabe resaltar que el 33% de los Diapriidae estuvieron en la vegetación de 60 años, probablemente porque esa edad sucecional alberga una gran diversidad de dipteros, que son los hospederos de la familia mencionada (Fernandez y Sharkey, 2006).

Varios autores han demostrado que los cambios en la estructura y diversidad vegetal puede afectar de forma negativa las poblaciones de herbívoros y por consiguiente de parasitoides (Sääksjarvi *et al*., 2004). En este trabajo, la vegetación de 5 años fue la que presentó la mayor abundancia de parasitoides, con diferencias significativas para algunas familias con relación a la vegetación de mayor edad. Estos resultados fueron contrario a lo esperado, ya que varios autores han demostrado que selvas con estructuras complejas de vegetación permiten alojar mayor abundancia y diversidad de insectos herbívoros y por consiguiente de parasitoides (Hawkins y Lawton, 1987; Hawkins, 1988; Hawkins *et al*., 1992; Jervis *et al*., 1993 citado en Idris & Hainidah, 2003; Sääksjärvi *et al*. 2006, Fraser *et al*., 2007; Ruíz-Guerra *et al*., 2015).

Al respecto, varios autores afirman que no únicamente importa la riqueza de especies de la vegetación, sino también es importante su estado de desarrollo (Shapiro y Pickering, 2000; Idris y Hainidah, 2003 Chay-Hernández *et al*. 2006) y el paisaje que los rodea (Fraser *et al*., 2008b). Otros autores afirman que los volátiles inducidos por herbívoros de diferentes especies de plantas pueden atraer diferentes especies de parasitoides (Godfray, 1994), por lo que la complejidad estructural no afecta a la diversidad de parasitoides, sino que es más importante la composición de especies de plantas (Godfray, 1994; Koricheva *et al*., 2000).

En nuestro caso, es probable que además de la composición de especies de plantas, influyo el tipo de trampa, ya que la trampa Malaise tiene una altura de captura que va desde el nivel de suelo hasta los 2 metros, por lo que es probable, que selvas con menor edad, al tener arboles más jóvenes, sean menos altos, y la altura en la que vuelan los parasitoides buscando sus hospederos, esté dentro del rango de captura de las Malaise, lo cual disminuye su eficiencia de captura en vegetación con mayor sucesión y árboles más grandes, donde es probable que los parasitoides vuelen a mayor altura y queden fuera del rango de acción de la trampa.

En relación a las familias que fueron exclusivas de un tipo de vegetación, probablemente esté reflejando la presencia de sus hospederos, por ejemplo, Rhopalosomatidae encontrada en los fragmentos de 5 años, son ectoparasitoides de nifas de Gryllidae (Orthoptera). Los especímenes son escasos en las colecciones porque la mayoría de las especies son nocturnas y crepusculares y no son colectadas sobre las flores como otras avispas, excepto *Rhopalosoma nearcticum* Brues, distribuida en el sureste de Estados Unidos. La familia contiene cuatro géneros: *Liosphex*, *Olixon*, *Paniscomima* y *Rhopalosoma*. Las especies de *Rhopalosoma* son colectadas comúnmente en trampas Malaise y de luz. Las

familias Megaspilidae y Crabronidae colectadas en la vegetación de 25 años, son familias con un gran número de especies descritas y con amplios rangos hospederos, incluyendo no sólo insectos, sino también arañas (para el caso de Crabronidae), en general atacan diferentes especies de Coccinelidae, Neuropteros, pupas de dípteros e hiperparasitoides de bracónidos, que fue una de las familias más abundantes. La familia Tanaostigmatidae fue la única que tuvo el mayor número de individuos en la vegetación de 60 años, sin encontrarse en la vegetación de 5 años, esto puede deberse a que varias especies de esta familia, no son parasitoides, sino fitófagos formadores de agallas (Goulet y Huber, 1993).

Sobre la estructura de las comunidades, se realizaron curvas de Whittaker con la finalidad de observar la abundancia de familias en cada edad de vegetación. Esto se elaboró sobre una escala logarítmica contra el rango de familias ordenadas por la abundancia. Se notó que en las tres edades de vegetación la familia Braconidae fue la más representativa. Con relación a la estructura de comunidades, no se encontraron diferencias en los fragmentos de vegetación con diferente edad sucesional, sin embargo, se observa que la edad los ensambles de parasitoides asociados al rango de vegetación alrededor de los 25 años tiene un mayor número de familias con abundancias similares, lo que sugiere una mayor equidad dentro de estas comunidades de parasitoides. Esto puede explicarse con la Hipótesis de la perturbación media, que explica que la diversidad puede ser mayor en sitios donde la perturbación no es muy frecuente ni muy intensa, comparada con sitios no perturbados o con perturbación intensa (Conell, 1978, Speight *et al.*, 2008).

Lo anterior también se ve reflejado en la que la diversidad alfa de familias de Hymenoptera parasítica fue mayor en la vegetación de 25 años. Se ha observado que los ecosistemas heterogéneos albergan más poblaciones de parasitoides reguladores de

poblaciones de insectos fitófagos, pues existe una correlación positiva entre la diversidad de parasitoides y la diversidad vegetal (Lassau y Hochuli, 2005; Fraser *et al*., 2008; Paleologos *et al*., 2008), la complejidad estructural (Schreiber *et al*., 2000; Sääksjärvi *et al*., 2006; Fraser *et al*., 2007) y arquitectónica de las plantas (Cirelli y Penteado-Días, 2003; Lassau y Hochuli, 2005). Un ecosistema heterogéneo presenta características vegetales que pueden soportar una alta riqueza y abundancia de parasitoides, ya que aumentan los recursos naturales que generan microhábitats y posibles nichos, lo que se traduce en mayor diversidad de insectos hospederos (Barbosa, 1998; Sobek *et al*., 2009).

En cuanto a la diversidad beta, la baja complementariedad puede deberse a que son sitios iguales en relación a las familias presentes. El no observar diferencias se debe a que la mayor parte de las familias está bien representada por en los tres sitios y al tener el taxón de familia un nivel taxonómico, no se pueden observar grandes diferencias en los ensambles, por lo que si queremos ver diferencias en la composición de las comunidades es importante llegar a nivel de especie.

2.6 CONCLUSIONES

La riqueza de himenópteros parasitoides en una selva mediana subcaducifolia de la reserva ecológica de Kaxil-Kiuic, Oxkutzcab está integrada por 33 familias, donde la familia Braconidae presentó mayor abundancia.

En la mayoría de las familias de himenópteros parasitoides, la abundancia fue mayor en la vegetación de 5 años, en comparación con lo observado en la vegetación de 25 y 60 años.

El análisis de la estructura de comunidades de familias de himenópteros parasitoides, así como la diversidad alfa refleja que las comunidades más equitativas y diversas se encuentran en la vegetación de 25 años.

La diversidad beta demuestra una alta similitud de la composición a nivel de familia, de las comunidades de parasitoides en fragmentos de vegetación de 5, 25 y 60 años.

La reserva privada Biocultural Kaxil-Kiuic presenta una alta heterogeneidad de ambientes conservados, incluso dentro del mismo tipo de vegetación, que le permite albergar comunidades diversas y equitativas de parasitoides con una amplia variedad de hospederos, lo que refleja la importancia de estos espacios para mantener comunidades de insectos benéficos para la agricultura.

2.7 LITERATURA CITADA

Amaral, D. P., Fonseca, A. R., Silva, C. G., F. Silva, M. y Alvarenga-Junior, A. 2005. Diversidade de famílias de parasitóides (Hymenoptera: Insecta) coletados com armadilhas malaise em floresta nativa em Luz, estado de Minas Gerais, Brasil. Arq. Inst. Biol. São Paulo. 72(4): 543-545.

Azevedo, C.O. y Santos, H. S. 2000. Perfil da fauna de himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) em uma área de Mata Atlántica da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, ES, Brasil. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão *(N. Sér.)* 11/12*:* 117-126.

Azevedo, C. O., Kawada, R., Tavares, M. T y N. Perioto, W. 2002a. Perfil da fauna dehimenópteros parasitoides (Insecta, Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica do Parque Estadual da Fonte Grande, Vitória, ES, Brasil. Rev. Bras. Entomol. Curitiba. 42(2): 133-137.

Ceballos, G y García, A. (1995). Conserving neotropical biodiversity: the role of dry forests in western Mexico. Conservation Biology, 9(6), 1349-1353.

Cuenca, J., Selfa, J., Pujade, J. y Anento, J. 1996. La familia Ichneumonoidea (Hymenoptera) en una zona mediterránea pirenaica. In: Congresso ibérico de entomología. 7. 1996, Santiago de Compostela. Anais. Santiago de Compostela. p.104.

De Santis, L. 1963. Encírtidos de la República Argentina (Hymenoptera: Chalcidoidea) (Vol. 4). Provincia de Buenos Aires.

Fraser, S., Dytham, C y Mayhew, P. 2007. Determinants of parasitoid abundance and diversity in woodland habitats. Journal of Applied Ecology, 44, 352-361.

Fernández, F. y M. J. Sharkey. 2006. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D. C. 894 P.

Gibson, G. A. P., Huber, J. T y Woolley, J. B. 1997. Annoted keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). Ottawa. NRC Research Press. 794p.

Goulet, H y Huber J. 1993. Hymeoptera of the world: an identification guide to families. Ottawa. Canada Comunication Group. 668p.

Janzen, D. H. 1988. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. Annals of the Missouri botanical garden, 105-116.

Marchiori, C y Penteado-Días, M. 2002. Famílias de parasitóides coletadas em área de mata e pastagens no municipio de Itumbiara, Estado de Goiás. Brasil. Acta Scientiarum. Maringá. 24(4): 897-899.

Marchiori, C., Oliveira, M., Costa, B., Silva, M y Pereira, A. 2003. Levantamento de famílias de parasitóides coletadas em Araporã-MG usando armadilhas de bacias amarelas e malaise. Brasil. Ciências Agrárias, Londrina. 24(2): 317-320.

Moreno, C. E. 2001. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Veracruzana, México.

Noyes, J. S. 1989. The diversity of Hymenoptera in the tropics with special reference to parasitoids in Sulawesi. Ecological Entomology. 14. 197-207.

Scatolini, D y Penteado-Días, A. M. 1997. Fauna de Braconidae (Hymenoptera) como bioindicadora do grau de preservação de duas localidades do Estado do Paraná. Revista Brasileira Ecologia. Río Claro. 1(1): 84-87.

Triplehorn, A. C y Johnson, F. N. 2005. Borror and Delong´s Introduction to the Study of Insects. Seventh Edition. Thomson Brooks Cole. USA. 864 p.

Wilson, E. O. 1988. The current state of biological diversity. Biodiversity, 521(1), 3-18.

Wolda, H. 1983. Diversity, diversity indices and tropical cockroaches. Oecologia, 58(3), 290-298.