



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**DIVERSIDAD DE MARIPOSAS DIURNAS (LEPIDOPTERA:
ROPHALOCERA) COMO INDICADORAS AMBIENTALES
EN EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA UBICADO EN LA
COMUNIDAD DE SANTA MÓNICA, HIDALGO, MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

FARIDE UGALDE FERNÁNDEZ



**BIOL. MARCELA PATRICIA IBARRA
GONZÁLEZ**

Los Reyes Iztacala, Edo. de México Junio, 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dedicatoria

i

A mis padres por todo su apoyo, por haberme inculcado “el querer saber más” desde que era una niña que decía quería ser entomóloga. Muchas gracias por todo su cariño, que a pesar de la distancia siempre sentí presente a lo largo de mis días lejos de ustedes y sobretodo, por representar un pilar en mi vida. A mi mamá, gracias por enseñarme que amar a veces implica dejar ir para que la persona pueda crecer, por demostrarme que se puede balancear el hogar y tener aspiraciones profesionales y por siempre darme tranquilidad. A mi papá, gracias por tantas discusiones científicas, por tantas risas, por mostrarme que está bien preocuparse pero no demasiado y por todo el interés demostrado en mis proyectos y en mi carrera.

A mis abuelos, gracias por haberme recibido en su hogar y en sus vidas, que a pesar de que no siempre fue fácil nos dejó experiencias a todos.

A la Doctora Susana, por todas nuestras pláticas, consuelos, idas al cine y recuerdos invaluable.

A toda mi familia, porque sé que todos ustedes moldearon mi persona con su cariño, enseñanzas, bromas y pláticas.

A Isaac, porque nada de esto hubiera sido posible sin tu apoyo y disposición, por todos los muestreos, las sopas maruchan, tanta Katy Perry, tantos momentos preciados para mí y sobre todo por la amabilidad de toda tu familia que nos ayudó a lo largo de este proceso, te quiero amigo.

A Fer, por ser la hermana que escogí en esta vida, muchas gracias por tanto, eres la muestra de que las almas gemelas existen, te quiero.

A Fede, por tu gran amistad, por tantos fines de semana de risas, por tanta música, por haber leído mis miles de borradores de esta tesis y por ser mi cachito de casa en el D.F, te quiero.

A Ramiro, porque de verdad siempre estuviste cada vez que te necesité, este trabajo se concretó en muchas ocasiones por tu ayuda incondicional, gracias por ser mi vecino y por hacerme sonreír. Te quiero.

A Alexis, por haberme dado otra visión de la vida y compartir la Biología de principio a fin (incluso sin notarnos). Todos mis recuerdos felices de la Facultad te incluyen.

A mis amigos, gracias por tantos trabajos en equipo, prácticas de campo, tantas salidas y risas, a cada uno de ustedes les he aprendido algo y espero ustedes hayan aprendido algo de mí, los quiero infinitamente.

Gracias a todos los que alguna vez tomaron un poco de su tiempo para ayudarme con alguna tarea, proyecto o predicamento.

Agradecimientos

ii

A la UNAM, gracias por tantísimas experiencias y facilidades, verdaderamente estudiar aquí me cambió completamente el panorama y enfocó mi vida a un camino donde me siento satisfecha.

A mi Estado, por tanta cultura, tanta pasión, tantas memorias, tantas personas inteligentes, capaces y amables, yo soy (como muchos otros compañeros) la muestra de que Oaxaca tiene lo que se necesita para poder salir adelante y mejorar en todos los aspectos.

A la profesora Marcela por todo su apoyo a lo largo de estos dos años, por sus enseñanzas no solo acerca de la ciencia sino de cariño, valores humanos y profesionales.

Al Museo de Historia Natural de la Ciudad de México y a la Mtra. María Eugenia por su cortesía, sus correcciones y corroboración de ejemplares.

Al Mtro. Sergio por su apoyo, su gran amabilidad y sus correcciones.

Al Mtro. Alberto por su cortesía y sus correcciones.

A la Profesora Saharay por su cortesía y sus correcciones.

Un indicador hace perceptible un fenómeno que no es inmediatamente detectable proporcionando una mejor comprensión de tendencias y procesos. El avanzado conocimiento de la taxonomía de las mariposas, su abundancia y la facilidad de recolección e identificación contribuye a que sean consideradas como un taxón indicador del estado de los hábitats. Uno de los ambientes en donde han proliferado los lepidópteros es dentro del Corredor Biológico de Bosques Mesófilos de Montaña de la Sierra Madre Oriental Mexicana, donde se ubica Santa Mónica, Hidalgo a 20° 27' 32.64" Lat. N, 98° 41' 21.50" Long. O. Se efectuaron doce recolecciones el segundo fin de semana de cada mes, durante un día (desde octubre de 2016 a julio de 2017) a lo largo de cinco transectos usando red aérea y cinco trampas Van Someren-Rydon. Posteriormente en laboratorio los organismos fueron identificados por medio de claves taxonómicas y catálogos ilustrados. Se identificaron 303 mariposas distribuidas en seis familias, 17 subfamilias y 60 especies. La familia Nymphalidae presentó la mayor cantidad de especies con 33 ejemplares, seguida de Pieridae (13), Hesperidae (7), Lycaenidae (4) y finalmente Riodinidae y Papilionidae con 1. La zona con mayor riqueza de especies fue el ojo de agua con 29 especies, seguido del pasillo (28), el cultivo (24), carretera (24) terminando con el pueblo (22). La familia con mayor abundancia relativa de organismos fue Pieridae con 138 y el 45%. *Eurema salome jamapa* fue la especie con mayor abundancia relativa (22%), seguida de *Catantix flisa flisa* (20%), *Pteronymia artena artena* (16%), *Hermeuptychia Hermes* (20%), *Pereute charops charops* (15%) y *Catantix nimbice nimbice* (10%). El transecto con el mayor índice de diversidad de Simpson fue el cultivo, y la zona con el mayor índice de Shannon fue el ojo de agua. Los transectos más conservados fueron la carretera y el cultivo, mientras que el transecto más perturbado fue el realizado en el ojo de agua. *Pteronymia artena artena* representa el 8.60% de la recolección total (26) y en este estudio indica una buena calidad ambiental basándose en las referencias de la familia Ithomiidae.

- Introducción.....1
- Antecedentes.....2
- Justificación.....7
- Objetivo general.....7
- Objetivos particulares.....7

- Área de estudio.....8
- Fisiografía.....9
- Edafología.....9
- Geología.....9
- Clima.....10
- Hidrología.....11
- Uso de suelo y Vegetación.....12
- Fauna.....13

- Materiales y Método.....15
- Trabajo de campo.....15
- Trabajo de laboratorio.....16
- Trabajo de gabinete.....16

- Resultados y Discusión.....18
- Conclusiones.....38
- Literatura citada.....40
- Anexos.....48

INTRODUCCIÓN

Un indicador biológico funge como una evidencia que provee pistas para una mejor comprensión de procesos, haciendo perceptible una tendencia o fenómeno que no es inmediatamente detectable (Hammond, *et al.* 1995). Actualmente se han desarrollado tres categorías para el uso de indicadores biológicos: ecológicos, de biodiversidad y ambientales, siendo usados para entender, describir y analizar aspectos como el clima, la pérdida de suelos, el riesgo de especies, entre muchos otros (SEMARNAT, 2011; Samways, 2005). El funcionamiento de los indicadores ecológicos se basa en que pueden demostrar procesos como alteración del hábitat, fragmentación y cambio climático dentro de un sistema biótico en lugar de funcionar meramente como medidores de cambios ambientales; los indicadores de biodiversidad son substitutos de información para medir la riqueza de especies, el uso de un taxa superior, rareza, endemismos, etc. ; finalmente, los indicadores ambientales son una especie o un grupo de especies que responde de manera predecible con comportamientos que ya han sido observados, cuantificados y relacionados con perturbación o cambios en el estado ambiental (Noss, 1990). Dentro de los indicadores biológicos y ambientales se ubican los insectos.

Los insectos son abundantes y muchas veces fáciles de muestrear, éstos, junto con otros artrópodos han sido ampliamente utilizados para indicar condiciones ecológicas. Muchos estudios han mostrado como un grupo particular de insectos responde a los cambios ambientales y esto los clasifica como “buenos indicadores” (Kremen, *et al.*, 1993).

Dentro de los grupos de insectos, se encuentran los lepidópteros, orden que contiene mariposas y polillas; el avanzado conocimiento de la taxonomía de las mariposas, su abundancia y la facilidad de recolección e identificación en sus ambientes naturales han contribuido a que los ecólogos, biogeógrafos, conservacionistas y otros estudiosos de la biodiversidad las consideren como un taxón indicador del estado de los hábitats (Tyler *et al.*, 1994); los lepidópteros son usados como un modelo adecuado para el análisis y propuestas de conservación de la diversidad biológica debido a sus variadas preferencias ecológicas, sus estrechas relaciones con las plantas hospederas, sus respuestas a las perturbaciones en los ecosistemas y su capacidad de colonizar gran cantidad de ellos (Llorente *et al.*, 1996; Almaráz-Almaráz y León-Cortés, 2013).

Los lepidópteros forman uno de los grupos más diversos dentro de los insectos. Tan solo en México se cuenta aproximadamente con 1800 especies que representan casi el 10 % de la fauna de mariposas del mundo (Luis *et al.*, 2000). Son el segundo orden de insectos después de Coleoptera, con 157,424 especies reportadas (Zhang, 2011).

Uno de los ambientes en donde se han desarrollado los lepidópteros es el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), el cual se coloca muy probablemente como el ecosistema más amenazado en México con menos del 1% ocupado por vegetación primaria, simbolizando la menor superficie a nivel mundial. Su distribución es discontinua en los sistemas montañosos de México, y obedece a condiciones particulares de altitud, humedad y temperatura, que se presentan en las laderas de la Sierra Madre Occidental (Durango, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Sonora), Sierra Madre Oriental (Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí, Tamaulipas y Veracruz), así como en ciertas zonas de Chiapas, Guerrero, Jalisco y Michoacán (Cavelier y Vargas, 2002). El país cuenta con BMM en poco más de 100 localidades, lo que deja ver que este ecosistema se distribuye principalmente en fragmentos, también llamados “parches”, cuyas dimensiones son variables, desde unas pocas hectáreas hasta decenas de miles de ellas. Esta información nos permite colegir que, si bien este ecosistema sigue existiendo en casi todas las áreas correspondientes a su distribución natural, en muchas de ellas se han reducido a fragmentos muy pequeños o ha sufrido perturbaciones muy profundas (Challenger, 1998a).

En el BMM predominan árboles caducifolios de clima templado, helechos arborescentes, especies perennifolias y de epífitas como bromelias. Son bosques reconocidos también como sistemas prioritarios para la conservación y restauración debido al papel vital que desempeñan en el mantenimiento de los ciclos hidrológicos y de nutrimentos, y a pesar de poseer una extensión tan reducida, este ambiente alberga la mayor diversidad de especies de flora y fauna con relación a su área (Challenger, 1998a).

En las últimas tres décadas, la destrucción de los BMM ha seguido extendiéndose debido a la tala crónica a pequeña escala, actividad efectuada cada año por las comunidades de campesinos cercanas, y se han visto afectadas por la ganadería extensiva, y en menor medida, por el crecimiento urbano y el aprovechamiento forestal de productos maderables y no maderables (Ramos y Dirzo, 2014).

ANTECEDENTES

Se han realizado proyectos de inventarios en diversas zonas de alta montaña, como se puede observar en las investigaciones de:

- Meléndez (2015) desarrolló un trabajo sobre la diversidad estacional y distribución de mariposas diurnas de seis familias de lepidópteros en el cerro Bufo el Diente en Tamaulipas, México, donde analizó también su variación altitudinal en tres comunidades vegetales: Matorral submontano, Bosque de pino y Bosque deciduo templado de montaña;

empleó el método de transectos lineales en conjunto con trampas Van-Someren Rydon, e hizo la búsqueda dirigida con redes entomológicas aéreas, logrando una relación de 249 especies distribuidas en 149 géneros y 20 subfamilias de seis familias propuestas para Rhopalocera (16 de Papilionidae, 24 Pieridae, 36 Lycaenidae, 11 Riodinidae, 76 Nymphalidae y 86 Hesperidae). Nymphalidae fue la familia dominante en abundancia, y Hesperidae en diversidad. Tanto la abundancia como la diversidad disminuyen conforme se incrementa el gradiente elevacional.

- Bisuet-Flores, *et al.* (2001) llevaron a cabo un estudio faunístico de los Papilionoidea del Parque Nacional El Chico, Hidalgo y sus relaciones biogeográficas, con cinco zonas aledañas al Valle de México. Con base a las recolecciones sistemáticas, capturaron 69 especies, comprendidas en 63 géneros y cuatro familias. Las áreas muestreadas dentro del Parque se localizaron en un gradiente altitudinal de los 2600 a los 3100 m snm. Con base al método fenético, se efectuó una comparación de similitudes (mediante el índice de Jaccard) con otras faunas provenientes de áreas montañas equivalentes (vegetación-altitud). El análisis arrojó que existen dos unidades biogeográficas definidas, Pacífico y Atlántico, sin embargo existen unidades con mayor altitud que no forman grupos muy establecidos, siendo caracterizadas por tener fauna de lepidópteros más pobre, con pocos taxones compartidos, la mayoría de ellos de amplia distribución.
- Luna-Reyes y Llorente-Bousquets (2004) hicieron un análisis sobre la distribución local, altitudinal y por comunidad vegetacional de las mariposas de la superfamilia Papilionoidea en 37 localidades de las tres entidades que comprenden la Sierra Nevada (Ciudad de México, Morelos y Estado de México). El área se ubicó entre los 1900 y los 3800 m snm con las siguientes comunidades vegetacionales: bosque mesófilo de montaña, de oyamel, *Alnus*, encino, encino-pino, pino, pino-encino, bosque caducifolio, selva baja caducifolia-bosque mesófilo de montaña, vegetación perturbada y cultivos. Se registraron 75 especies, de las cuales 34 fueron nuevos registros para el área. El mayor número de especies correspondió a la familia Nymphalidae. Con respecto a la distribución por vegetación, en la vertiente oriental, las especies de Papilionoidea mostraron los valores más altos, el BMM y el de encino fueron las comunidades más ricas y abundantes de las 11 reconocidas en la zona.
- Nájera-Moyotl, *et al.* 2015 analizaron la diversidad y la abundancia de Ropalocera en el municipio de Atlixco, Puebla. Se efectuaron recolecciones directas con redes entomológicas a lo largo de un mes en las temporadas de lluvias y secas. Se identificaron 52 especies en lluvias y 36 en fríos, las cuales se ubicaron en seis familias (Nymphalidae,

Papilionidae, Lycaenidae, Pieridae, Riodinidae, Hesperidae). La familia con mayor riqueza de especies en lluvias fue Nymphalidae (21) y en fríos Pieridae (12). Siendo esta última la más abundante en lluvias con 277 especies y en fríos con 121. Ambas temporadas difirieron en el número de especies y la abundancia a lo largo de cada temporada.

También existen recopilaciones bibliográficas donde se analiza la distribución de mariposas diurnas y lepidópteros en general, con base a los registros establecidos por diversas instituciones mexicanas, como ejemplo:

- Hernández-Mejía, *et al.* (2008) quienes describieron la distribución de las mariposas diurnas de las superfamilias Hesperioidea y Papilionoidea del Estado de México con la base de datos "MARIPOSA" del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias, UNAM. Se evaluaron las diferentes comunidades vegetales existentes en el estado de México, entre ellas BMM, bosque de *Quercus*, bosque matorral caducifolio y matorral xerófilo. El Estado de México posee el 15% de las especies registradas para México de Hesperioidea y Papilionoidea, del cual el 17% son endémicas para el país. Con base en la información bibliográfica se integró la lista de las dos superfamilias para dicho estado; esta quedó registrada para seis familias, Hesperidae (95), Papilionidae (19), Pieridae (35), Lycaenidae (54), Riodinidae (20) y Nymphalidae (102), 22 subfamilias, es decir, un total de 197 géneros y 325 especies. De cada especie se anexó la lista de localidades de recolección y vuelo.
- García-Ríos, *et al.* (2013) describieron la diversidad de lepidópteros asociados a encinares, utilizaron búsqueda bibliográfica en la Web of Knowledge (2013) y en la base de datos SCOPUS (2013) usando las palabras clave "*Lepidoptera*", "Oak" y "*Quercus*". Observaron que los sitios perturbados favorecieron a lepidópteros que se alimentan de herbáceas y malezas, mientras que los sitios no perturbados favorecieron a aquellos que se sostienen de plantas leñosas, árboles o enredaderas. Adicionalmente se mostró que existió una gran similitud en los patrones de lepidópteros asociados a especies *Quercus* entre sus dos principales regiones geográficas de distribución a escala mundial. Las especies de ambas regiones no sólo comparten la mayor parte de las familias de lepidópteros descritas como herbívoros del género, sino que tuvieron números similares de familias exclusivas y riquezas de familias por especie de *Quercus*.
- Llorente-Bousquets *et al.* (1996) hicieron una síntesis sobre la riqueza mundial, estimados y proporciones de la diversidad de lepidópteros en México, así como un examen detallado sobre la distribución de la riqueza y el endemismo de Papilionoidea *s. lat.* Se basaron en el análisis de la biografía de lepidópteros de México, así como en la revisión de la megabase

mariposa de la Facultad de Ciencias de la UNAM. En cifras resumidas, se estima que México contiene 23 750 especies del orden Lepidoptera, con cerca de 14 500 descritas y documentadas. La cifra real y la estimada se acercan al 10% del porcentaje total en México. Lo mismo ocurre con el porcentaje de Papilionoidea (s. *lat.*) de México respecto al mundial. Los porcentajes de endemismo en especies de las familias de Papilionoidea para el país fueron: HesperIIDae 15.83%, Papilionidae 6.3%, Pieridae 12.98%, Lycaenidae 5.27%, Riodinidae 16.29% y Nymphalidae 11.86%. Chiapas y la provincia Costa del Golfo de México contienen la mayor riqueza del país.

Por otra parte las mariposas han sido empleadas como indicadoras de paisaje en múltiples artículos:

- Andrade-Correa en 1998 utilizó a las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia en un rango altitudinal comprendido entre los 2500 y 3000m snm, refirió la distribución local de la comunidad de mariposas en tres ecosistemas: Bosque primario, Bosque secundario y zonas perturbadas. Simultáneamente se describió la estacionalidad de algunas especies, además se registró su actividad diurna y comparación de los datos de la vegetación propia de cada área. Se trabajó con un número total de 1459 especies y se las clasificó de acuerdo a gremios alimentarios. Finalmente se determinó la residencialidad de los organismos de acuerdo a su abundancia y distribución. Se concluyó que existen especies de mariposas exclusivas de hábitats como Bosque primario, Bosque secundario y Zonas perturbadas, además, se señaló que para efectos de indicadoras del tipo de hábitat únicamente se deben tener en cuenta las especies que no se encuentran en asociaciones.
- Ospina-López *et al.* (2015) describieron la diversidad de mariposas y su relación con el paisaje en la cuenca del río Lagunillas, Tolima, Colombia. Revelaron su asociación a fragmentos de bosque pino-encino, matorral o rastrojo y pastos. Se recolectaron 904 ejemplares de mariposas pertenecientes a 266 especies, 115 subespecies, 176 géneros, 20 subfamilias y seis familias (Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae, Nymphalidae y HesperIIDae). El 44 % de los individuos fue registrado en los fragmentos de bosque (158 especies, 405 individuos). Se hallaron algunas correlaciones entre el número de especies y de individuos, la riqueza, la diversidad y la dominancia de mariposas y los índices de métrica del paisaje. Los hábitats de bosque exhibieron un total de 158 especies con 405 individuos. La diversidad de mariposas en toda la cuenca se correlacionó positivamente con el número de parches señalados en el paisaje a mayor número de fragmentos pequeños con formas mucho más irregulares en el paisaje, mayor fue la diversidad de las

especies de mariposas. Los paisajes más fragmentados y complejos (por lo tanto perturbados) pueden ser más ricos y diversos que aquellos con características estructurales menos complejas y homogéneas. La abundancia y la riqueza de las mariposas dependen del contexto del paisaje local.

- González-Valdivia, *et al.* (2011) Describieron diversos indicadores biológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical en el estado de Tabasco. Se seleccionaron tres grupos de fauna reconocidos por su valor como indicadores ecológicos. Estos conformaron tres niveles de movilidad considerados como característicos de la gama de sensibilidades que la fauna tiene ante cambios en las condiciones del hábitat: muy móviles (aves), moderadamente móviles (mariposas Nymphalidae), y poco móviles (gasterópodos terrestres). Los árboles fueron el componente sésil del estudio. Los organismos de la familia Nymphalidae fueron capturados por medio de 40 trampas Van Someren-Rydon utilizando como cebo fermentado de piña, plátano y cerveza (reemplazado diariamente). Se registraron 50 especies de moluscos, 74 de mariposas, 218 de aves y 172 de árboles, totalizando 514 especies. Se identificaron 107 especies indicadoras, de las cuales 45 fueron árboles, 38 aves, 14 mariposas y diez gasterópodos; de éstas, 35 especies de árboles, diez de aves, cuatro de mariposas y ocho de gasterópodos son indicadoras del bosque; diez, veintiocho, diez y dos especies (de cada grupo respectivamente) caracterizaron a la matriz agropecuaria. Dentro de las especies de mariposas destacan *Hamadryas feronia farinulenta* y *H. laodamia saurites* como especies indicadoras de bosque.

JUSTIFICACIÓN

Los Bosques Mesófilos de Montaña en México conjuntan la parte Norte y Centro-Sur de nuestro país y obedecen a condiciones particulares de altitud, humedad y temperatura, además, se les ha reconocido por su gran contribución al proporcionar servicios ambientales, como la captura de carbono, la disminución de la erosión, de deslaves, inundaciones, y el mantenimiento de las corrientes de agua. Su biodiversidad y fragilidad proporciona una fuente considerable para un señalamiento de aquellas áreas amenazadas en las que se pueden inferir cambios de diversidad, hacer extrapolaciones sobre distribución potencial y predecir espacios de interés en futuras investigaciones de biodiversidad. Santa Mónica se halla dentro de los últimos relictos de Bosques Mesófilos de Montaña existentes y no cuenta con antecedentes previos de lepidópteros para la localidad, por lo tanto, se requieren inventarios completos de las regiones conocidas, que permitan describir su diversidad y analizar las áreas de mayor riqueza y endemismos. Es importante determinar el estado actual de Santa Mónica, Hidalgo, así como la diversidad de especies de lepidópteros encontrados y su distribución.

OBJETIVO GENERAL

- Describir la diversidad de lepidópteros diurnos en la comunidad de Santa Mónica, Hidalgo, como una indicación del grado de conservación ambiental del Bosque Mesófilo de Montaña.

OBJETIVOS PARTICULARES

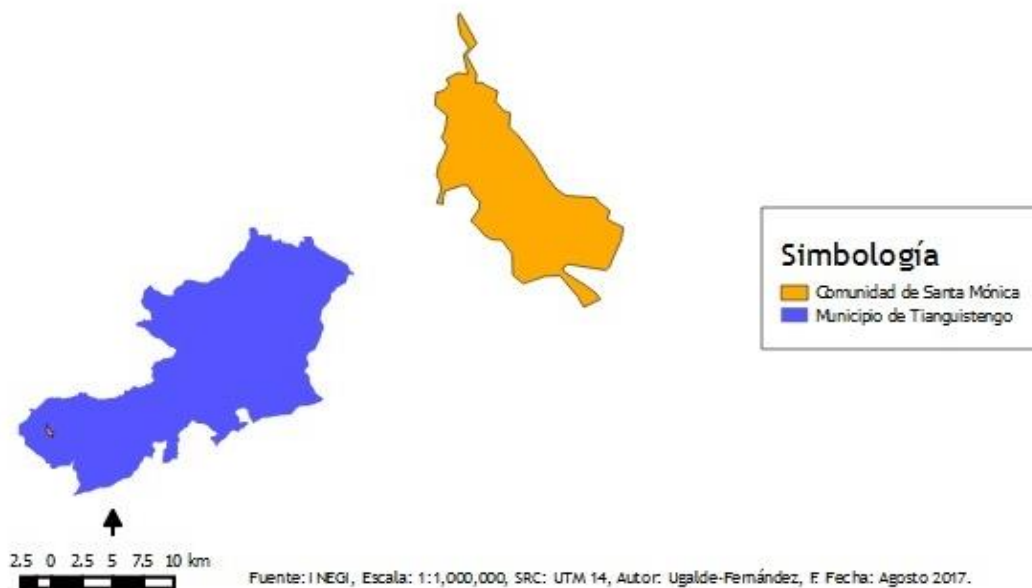
- Realizar un listado taxonómico de las especies de lepidópteros diurnos en la comunidad de Santa Mónica, Hidalgo.
- Determinar la riqueza específica de lepidópteros en la comunidad de Santa Mónica, Hidalgo.
- Determinar la abundancia relativa de lepidópteros en la comunidad de Santa Mónica, Hidalgo.
- Obtener la estacionalidad de lepidópteros a lo largo de un ciclo anual.
- Determinar la diversidad con base a los índices de Simpson y de Shannon.
- Conocer el grado de similitud entre los transectos trabajadas.
- Analizar el grado de conservación que posee la comunidad de Santa Mónica, Hidalgo con base a la diversidad de especies de Ropalóceros encontrados.

ÁREA DE ESTUDIO

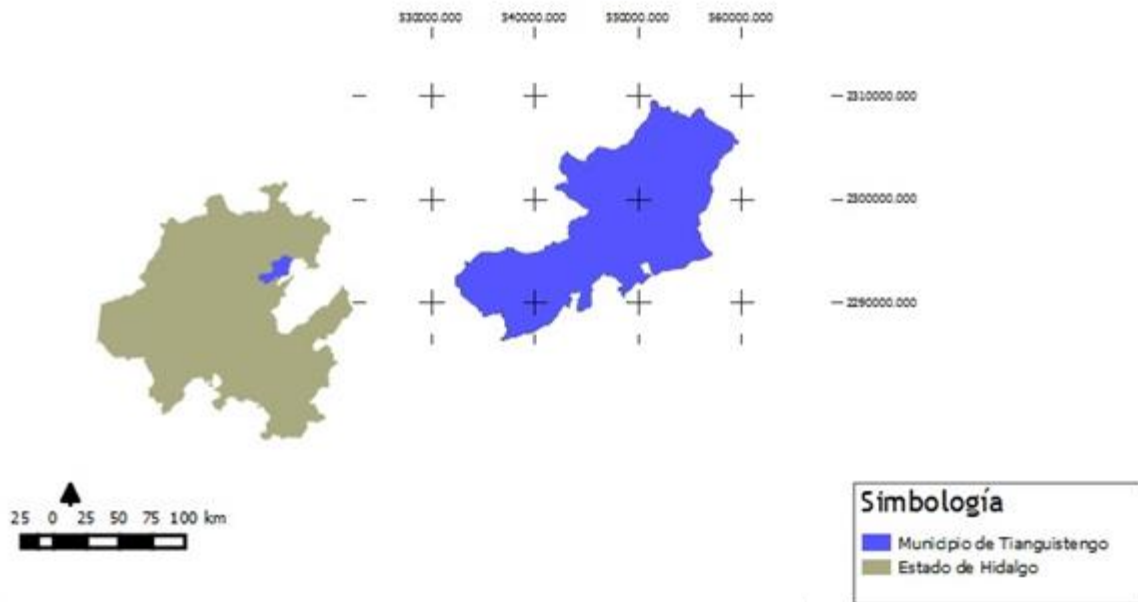
Ubicación geográfica

Santa Mónica se localiza a $20^{\circ} 27' 32.64''$ lat. N, $98^{\circ} 41' 21.50''$ long. O, a una altitud de 1,577m snm en el municipio de Tianguistengo. El municipio colinda al norte con los municipios de Xochicoatlán y Calnali, Hidalgo; al este con el municipio el Yahualica y el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; al sur con el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y con el municipio de Zacualtipán de Ángeles; al oeste con los municipios de Zacualtipán de Ángeles y Xochicoatlán (INEGI, 2010; Gobierno de Hidalgo, 2011) (Mapa 2).

Mapa 1. Ubicación de la comunidad de Santa Mónica dentro del Municipio de Tianguistengo. Fuente: INEGI, 2010 Escala: 1:1, 000,000 SRC: UTM14 (Modificado por Ugalde-Fernández, F., 2017).



Mapa 2. Ubicación geográfica del Municipio de Tianguistengo. Fuente: INEGI, 2010 Escala: 1:1, 000,000 SRC: UTM14 (Modificado por Ugalde-Fernández, F., 2017).



Fisiografía

El 95% de su superficie son lomas e inclinaciones, por lo que su topografía es accidentada y con acantilados. Pertenece a la provincia de la Sierra Madre Oriental y sus sistemas de topofomas son representados por Sierra (77.87%) y Meseta (22.13%) (INEGI, 2010). Tiene lugares abruptos con cerros y cañadas, un suelo escabroso con tres planos inclinados, su localización fisiográfica es dentro de la Sierra Madre Oriental, en la sierra alta hidalguense (García de Miranda y Falcón de Gyves, 1984).

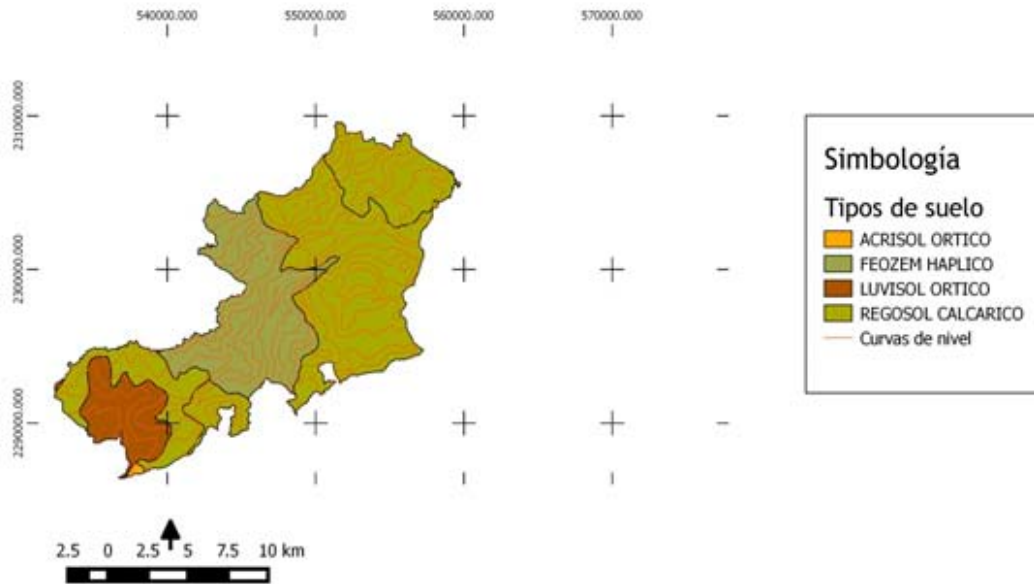
Edafología

Los suelos dominantes son Regosol (50.17%), Umbrisol (17.27%), Cambisol (13.45%), Leptosol (9.65%) y Luvisol (8.69%), Acrisol (0.31%) (INEGI, 2010) (Mapa 3).

Geología

Exhibe rocas ígneas extrusiva: basalto (6.01%) y toba ácida (1.24%); roca sedimentaria: lutita-arenisca (28.57%), caliza (28.03%), caliza-lutita (25.16%), areniscaconglomerado (9.44%) y arenisca (1.09%) (INEGI, 2010).

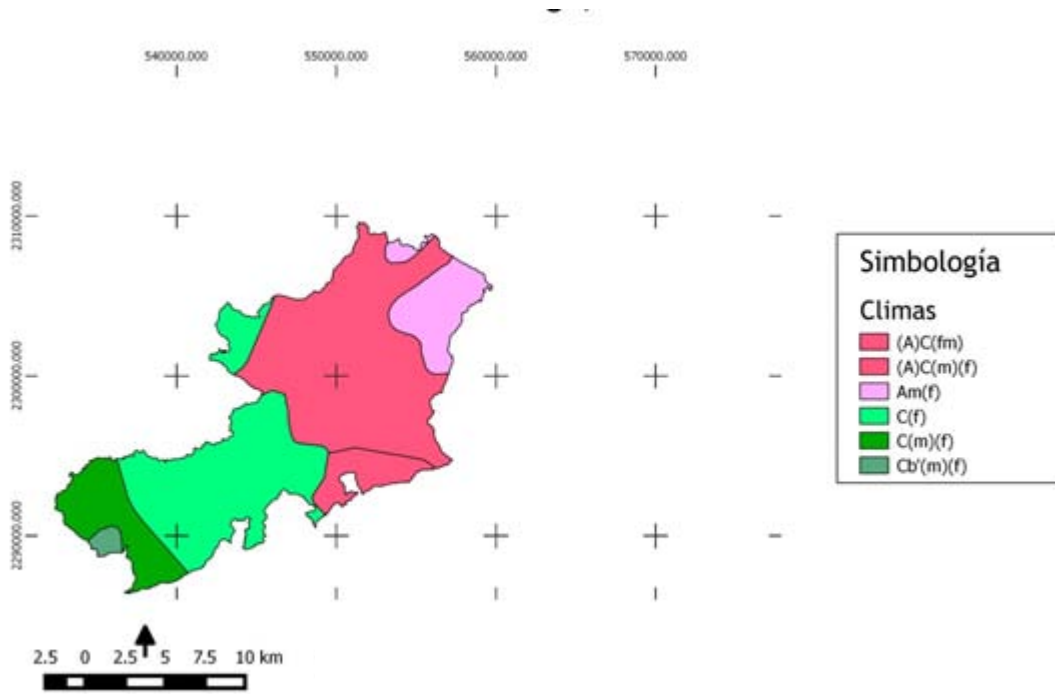
Mapa 3. Tipos de suelos presentes en el Municipio de Tianguistengi. Fuente: INEGI, 2010 Escala: 1:1, 000,000 SRC: UTM14 (Modificado por Ugalde-Fernández, F., 2017).



Clima

Este municipio posee cuatro clases de clima: semicálido-húmedo, donde la temperatura media anual es de 18°C ubicándose en las comunidades enclavadas en la parte baja como Tlacolula. Templado-húmedo, con una temperatura media anual de 12°C a 18°C y corresponde a las comunidades de la parte más alta del municipio, Semifrío-húmedo Cb'(m)(f) este es el clima representativo en las altitudes superiores a los 2,500 m snm, se extiende al sur del estado y es el que se localiza en la comunidad de Santa Mónica, la precipitación total anual es de 1,948.9 mm; la mínima en enero con 63.6 mm. Posee una temperatura media anual de 17.5°C; y cálido húmedo Am(f) que se sitúa en elevaciones y Valles de la Sierra Madre Oriental. Su temperatura media anual es de 24.8°C, con una máxima de 31.5°C en los meses de julio y agosto y una mínima de 15.4° C en enero. (García, 2004) (Mapa 4)

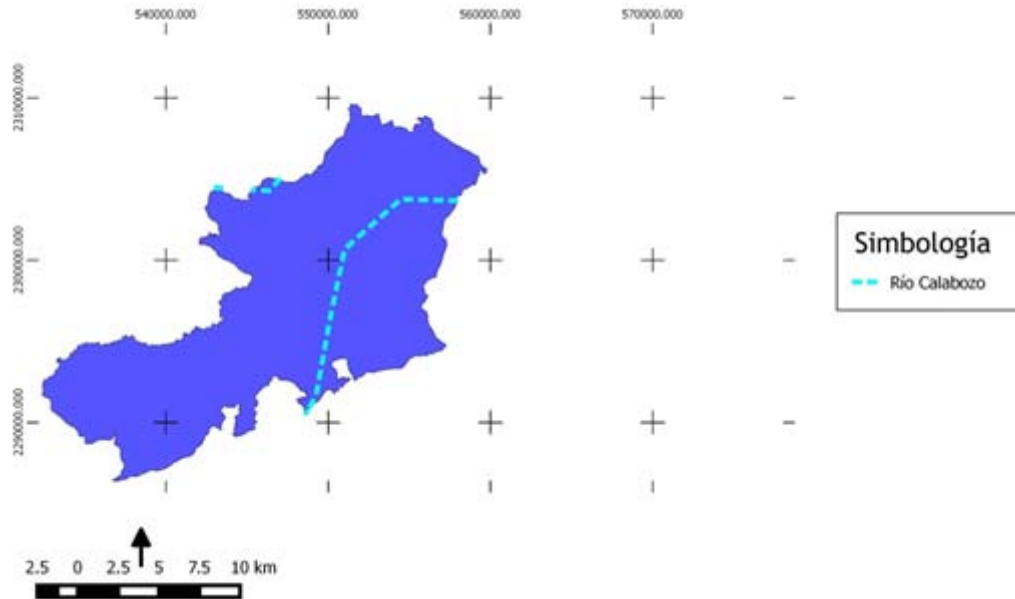
Mapa 4. Climas localizados en el Municipio de Tianguistengo. Fuente: INEGI, 2010 Escala: 1:1, 000,000 SRC: UTM14 (Modificado por Ugalde-Fernández, F., 2017).



Hidrología

Pertenece a la región hidrológica del Pánuco y presenta seis corrientes de agua perennes: Amajac, Contzintla, Pitzotla, Tenango, Tianguistengo o Río calabozo y Soyatla y dos Intermitentes: Chalacoalco y Ixtlamalantla (INEGI, 2010). Tiene un espinazo central como cordillera serrana, que se divide en tres cordilleras con ríos a los lados. El río Hueyotlapa que nace en la cresta del gallo, límite con Zacualtipán, en su recorrido también se llama río Chapula, río Tlacolula hasta Chicontepec donde toma el nombre de la Puerta. Al poniente el río Chinameca o Malila que nace de la unión de dos arroyos, el de Malila y el de Nonoalco, quien también toma el nombre de Manitla y Tenexco hasta unirse con el río Atempa del municipio de Calnali en Apetlaco, tomando el nombre de Papatla. Existen una gran cantidad de arroyos y escurrideros que mantienen verde el suelo (INEGI,2010) (ver mapa 5).

**Mapa 5. Recursos hidrológicos presentes en el Municipio de Tianguistengo. Fuente: INEGI, 2010
Escala: 1:1, 000,000 SRC: UTM14 (Modificado por Ugalde-Fernández, F., 2017).**

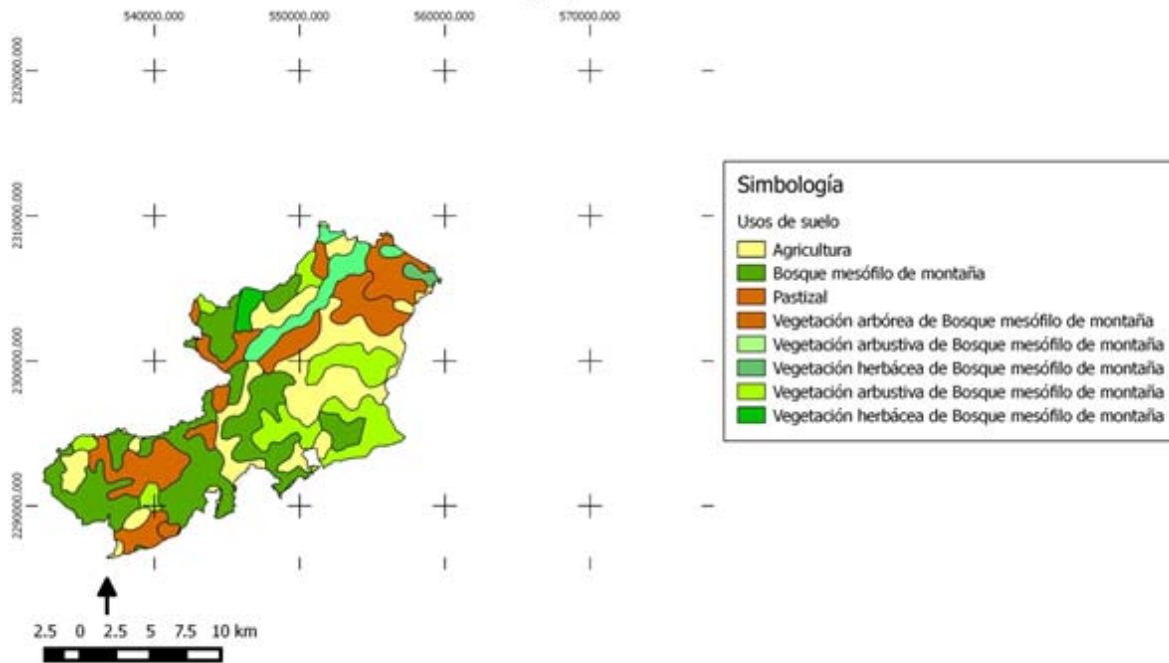


Uso de suelo y Vegetación

Principalmente tiene un uso agrícola (54.1%) mientras que la zona urbana representa el (0.46%). Su vegetación corresponde a Bosque pino-encino, encino-pino (38.83%), selva (6.61%) respectivamente (INEGI, 2010). La superficie que cubre el BMM en México es muy pequeña, se calcula en menos de 1% de la superficie total del territorio nacional (Rzedowski, 1996). No obstante su tamaño, es una formación compleja y concentra la mayor diversidad específica, tanto de flora como de fauna (Challenger, 1998b). Tan solo de plantas vasculares, se tiene registradas 6153 especies que encarnan más de 26% de la flora del país. El bosque, muy denso y rico en especies, lleva una exuberante subvegetación y abundancia de temecates (trepadoras) y epífitas, sobre todo Bromeliáceas y Orquídeas. Varía de unos lugares a otros y también según las altitudes, pero se caracteriza siempre por el predominio de elementos tropicales de montaña, como *Meliosma dentata* (Sabiáceas), *Stirax ramirezii* (Estiracáceas), *Oreopanax jaliscanum* y *O. xalapensis* (Araliáceas), *Symplocos prionophylla* (Simplocáceas), *Zinowiewia intergerrima* (Celastráceas), *Bocconia arborea* (Papaveráceas), *Fuchsia arborescens* (Onagráceas), *Rapanea jurgensenii*, *Ardisia compressa* (Mirsináceas), *Ternstroemia pringlei* y *Cleyera integrifolia* (Teáceas), *Phoebe ehrenbergii* (Lauráceas) entre las especies arbóreas perennes. Otros árboles, también frecuentes, pertenecen a géneros como *Prunus* sp., *Garrya* sp., *Clethra* sp., *Ilex* sp., *Morus* sp. Pero más digno de notar es la intercalación en estos bosques, de árboles típicamente boreales de zona templada húmeda y hojas caedizas (mesofitia tropofítica), entre los que se cuentan el hojaranzo o palo

barranco (*Carpinus caroliniana*), el asintle (*Cornus disciflora*), los tilos (*Tilia sargentiana* y *T. occidentalis*), diversas especies de ailes (*Alnus* sp.) y de fresnos (*Fraxinus* sp.), así como encinos de grandes hojas relativamente delgadas (*Quercus callophylla*) (Challenger, 1998a) (Mapa 6).

Mapa 6. Usos de suelo presentes en el Municipio de Tianguistengo. Fuente: INEGI, 2010 Escala: 1:1,000,000 SRC: UTM14 (Modificado por Ugalde-Fernández, F., 2017).



Fauna

El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) contiene una cantidad considerable de especies endémicas, la proporción de endemismos a nivel de especie para este tipo de bosque es de 30% (Flores-Villela y Gerez, 1994). Raramente se han llevado a cabo inventarios de especies y análisis de endemismos de invertebrados en el BMM (Anderson y Ashe, 2000; Bubb *et al.*, 2004). Se han descrito algunos grupos como arañas, odonatos y coleópteros, identificando familias como: Passalidae, Geotrupidae, Ceratocanthidae, Scarabaeidae, Lucanidae, Aphodiinae, Melolonthidae, Theridiidae, Linyphiidae, Anyphaenidae, Araneidae y Salticidae, además de algunas especies como *Argia barretti*, *A. chelata*, *A. frequentula*, *Brechmorhoga pertinax pertinax*, *Mecistogaster ornata*, *Neorythromma cultellatum*, *Pantala hymenaea*, *Pseudostigma aberrans*, siendo muchas exclusivas del estado de Hidalgo (Escoto-Moreno, *et al.*, 2014; Ibarra-Núñez, *et al.*, 2011 y Delgado y Márquez, 2006).

Para el caso de los lepidópteros se tienen registradas especies como: *Anetia thirza thirza*, *Achlyodes pallida*, *Chioides catillus albofasciatus*, *Rhetus arcus beutelspacheri*, *Echinargus isola*,

Atarnes sallei, *Anartia jatrophae luteipicta*, *Junonia coenia*, *Chlosyne ehrenbergii*, *Danaus gilippus thersippus*, *Dione moneta poeyii*, *Eurema salome jamapa*, *Pyrisitia proterpia*, *Zerene cesonia cesonia*, *Anthanassa sp.*, *Pterourus garamas garamas*, *Siproeta epaphus epaphus*, *Parides Moctezuma*, *Marpesia chiron marius*, *Hamadryas Atlantis Ielaps*, *Heliconius charithonia vazquezae*, *Greta morgane morgane*, *Pterourus multicaudata multicaudata*, *Battus philenor philenor*, *Heraclides rogeri pharnaces*, *Adelpha iphicleola iphicleola*, *Phoebis neocypris virgo* y *Eurema mexicana mexicana* (Luna-Reyes, et al.,2012).

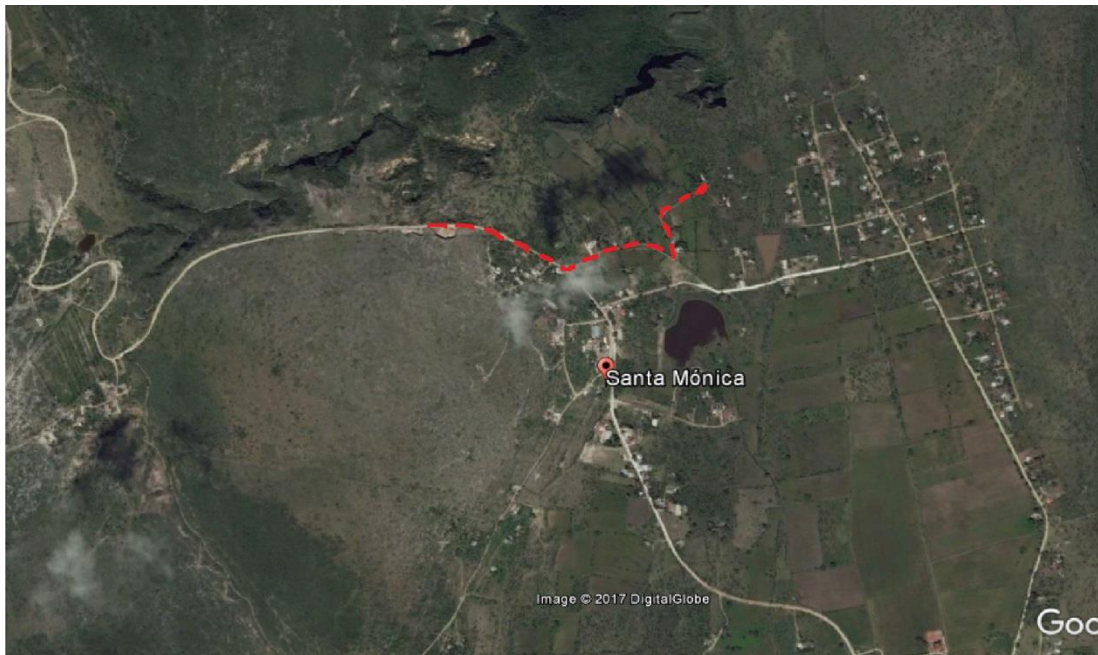
Los mamíferos del BMM representan un grupo comparativamente diverso: se han registrado 257 especies, que corresponden a 53% del total de las especies terrestres de México; también se encuentran 85 de las 165 especies endémicas del país. De acuerdo con Flores-Villela y Goyenechea (2000) y Flores-Villela (1998), de la herpetofauna informada para el país en ese momento 33% correspondía a los saurios, 31% a serpientes, 20% a los anuros, 10.6% a las salamandras, y el restante 5.4% las cecilias, bipédidos, tortugas y cocodrilos (Canseco-Márquez, et al., 2004). Por otro lado, de las especies endémicas o cuasiendémicas de avifauna, 28 son típicas, 39 no son típicas y cinco se consideran registros excepcionales de estos bosques (Challenger, 1988a). El BMM tiene poco más de 50% de la riqueza total de especies del país y más de 27% de la riqueza de endemismos.

MATERIALES Y MÉTODO

Trabajo de campo

Se efectuaron recolecciones el segundo fin de semana de cada mes, durante un día en un período anual de julio de 2016 a agosto de 2017. Se recolectaron las mariposas a lo largo de cinco transectos: la carretera federal que conduce al pueblo, el sendero donde termina el pueblo e inicia el bosque, la vegetación inducida dentro de la comunidad, el ojo de agua y un transecto cercano a un cultivo de maíz (Imagen 1); en cada uno de ellos se registró la temperatura y la humedad ambiental permaneciendo dos horas en cada uno. Todos los transectos se establecieron dentro de senderos con diferentes densidades de vegetación, en ellos se realizó la recolección con red entomológica aérea y con cinco trampas Van Someren-Rydon (una por transecto) (Rydon, 1964) cebadas con guayaba y cerveza oscura fermentados, las cuales eran colocadas a las 8:00 am y retiradas a 6:00 pm. Los organismos obtenidos se etiquetaron, se colocaron en bolsas de papel glassine y se sacrificaron en una cámara letal de cianuro. Finalmente fueron transportados en un frasco hermético al laboratorio de Zoología en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI), UNAM.

Imagen 1. Ubicación satelital de los cinco transectos a lo largo de Santa Mónica, Hidalgo, Obtenido de Google Maps 2018.



Trabajo de laboratorio

Los lepidópteros se transportaron dentro de un frasco hermético al laboratorio de Zoología de la FES Iztacala donde fueron ubicados en una cámara húmeda aproximadamente una semana, transcurrido este período se montaron en restridores y se identificaron con las claves taxonómicas (Ehrlich y Ehrlich, 1961) y adicionalmente, se compararon con catálogos ilustrados (Vargas-Fernández, *et al.* 2008; Luis-Martínez *et al.*, 2003; Llorente *et al.*, 1996; Llorente-Bousquets, *et al.* 2010; Glassberg, 2007; Warren *et al.*, 2016) Posteriormente se corroboraron con ejemplares del Museo de Historia Natural de la Ciudad de México. Las mariposas determinadas se depositaron en la colección de artrópodos de la FES Iztacala, UNAM (CAFESI) y en la Colección Entomológica del Museo de Historia Natural de la Ciudad de México.

Trabajo de gabinete

La riqueza se obtuvo contando el número de especies que se recolectaron por transecto muestreado; se contabilizó el número de individuos totales y por cada mes para determinar la abundancia relativa; para la estacionalidad, se marcó la presencia o ausencia de los organismos por cada mes de recolección.

La diversidad de los organismos se calculó con base a los índices de Simpson y Shannon-Weiner mediante los programas Biodiversity Pro 2.0 (Rico-G, *et al.*, 2005), Primer 6 (Primer, 2017) y Past 2.0 (Hammer, 2013); el índice de Simpson es la medida más simple para detectar los caracteres de una comunidad, que además, toma en cuenta tanto la abundancia (biomasa), patrones y la riqueza de las especies. Este se calculó mediante la determinación para cada especie, la proporción de individuos o biomasa que contribuye al total de la muestra.

$$\text{ÍNDICE DE SIMPSON} \quad D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S p_i^2},$$

Donde S es el total del número de especies en la comunidad (riqueza). Como sea requerido por una riqueza dada, D aumenta con la riqueza. La igualdad puede ser cuantificada (entre 0 y 1) al expresar el índice de Simpson, D, como una proporción del máximo valor posible de D, y se puede asumir que son individuos que se encuentran equitativamente distribuidos entre las especies. $D_{\max} = S$: (Begon, *et al.*, 2006).

También se usó el índice de Shannon y Weaver que refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies observadas y su abundancia relativa.

Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie (Begon, *et al.*, 2006; Pla, 2006).

$$\text{DIVERSIDAD } , H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

Y

$$\text{IGUALDAD } , J = \frac{H}{H_{\max}} = \frac{- \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i}{\ln S}.$$

Finalmente para conocer el grado de similitud entre transectos, se utilizó el índice de Jaccard (Krebs, 1999) con el que se hizo una comparación de los organismos de los transectos de recolección. El coeficiente de similitud de Jaccard es una medida inversa de la diversidad que se refiere al cambio de especies entre dos estaciones (Krebs, 1999). El intervalo de valores para estaciones, hasta 1, cuando dos estaciones tienen la misma composición de especies. Este coeficiente se resuelve según la siguiente expresión:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde a = número de especies en el sitio A, b = número de especies en el sitio B y c = número de especies en ambos sitios A y B (Krebs, 1999).

Con base a la diversidad de especies y a la comparación entre transectos se definirá el grado de conservación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Listado taxonómico

Se identificaron 303 mariposas distribuidas en seis familias, 17 subfamilias y 60 especies diferentes.

Cuadro 1. Listado taxonómico de especies de lepidópteros diurnos de Santa Mónica, Hidalgo con base en Morrone, J., J y Llorente-Bousquets, 2006.

Familia Hesperidae

Pyrginae

Erynnis tristis tristis (Boisduval, 1852)

Achlyodes pallida (R. Felder, 1869)

Pyrgus communis (Grote, 1872)

Eudaminae

Urbanos teleus (Hübner, 1821)

Autochton cincta (Plötz, 1882)

Hesperiinae

Ancyloxypha arene (W.H Edwards, [1871])

Poanes melane vitellina (Herrich-Schäffer, 1869)

Familia Papilionidae

Papilioninae

Pyrrhosticta abderus (Hopffer, 1856)

Familia Pieridae

Coliadinae

Anteos clorinde (Godart, [1824])

Anteos maerula (Fabricius, 1775)

Phoebis philea philea (Linnaeus, 1763)

Phoebis sennae marcellina (Cramer, 1777)

Abaeis nicippe (Cramer, 1779)

Pyrisitia proterpia (Fabricius, 1775)

Eurema दौरa eugenia (Wallengren, 1860)

Eurema salome jamapa (Reakirt, 1866)

Nathalis iole Boisduval, 1836

Pierinae

Catasticta flisa flisa (Herrich-Schäffer, [1858])

Catasticta nimbice nimbice (Boisduval, 1836)

Pereute charops charops (Boisduval, 1836)

Cuadro 1. Continuación

Leptophobia aripa elodia (Boisduval, 1836)

Familia Lycaenidae

Theclinae

Panhiadis bathildis (C. Felder & R. Felder, 1865)

Polyommatainae

Leptotes cassius cassius (Boisduval, 1870)

Echinargus isola (Reakirt, [1867])

Celastrina argiolus gozora (Boisduval, 1870)

Familia Riodinidae

Riodininae

Calephelis perditalis perditalis W. Barnes & McDunnough, 1918

Familia Nymphalidae

Danainae

Anethia thirza thirza Geyer, [1833]

Danaus gilippus thersippus (H.W Bates, 1863)

Danaus plexippus plexippus (Linnaeus, 1758)

Ithomiinae

Dircenna klugii klugii (Geyer, 1837)

Pteronymia artena artena (Hewitson, [1855])

Greta anette anette (Guérin-Méneville,[1844])

Satyrinae

Cyllopsis hilaria (Godman, 1901)

Hermeuptychia hermes (Fabricius,1775)

Charaxine

Anaea troglodita aidea (Guérin-Méneville), [1844])

Archaeoprepona phaedra aelia (Godman & Salvin, 1884)

Biblidinae

Marpesia chiron marius (Cramer, 1779)

Eunica tatila tatila (Herrich-Schaffer,[1855])

Diaethria anna anna (Guérin-Méneville, [1844])

Cyclogramma pandama Doubleday, [1848]

Apaturinae

Doxocopa laurentia cherubina (C.Felder & R. Felder, 1867)

Doxocopa pavon theodora (Lucas, 1857)

Cuadro 1. Continuación

Nymphalinae

- Smyrna blomfieldia datis* Fruhstorfer, 1908
- Smyrna karwinskii* Geyer, [1833]
- Hypanarthis lethe* (Fabricius, 1793)
- Hypanarthis trimaculata autumnata* Willmott, J. Hall & Lamas, 2001
- Polygonia g-argenteum* (E. Doubleday, 1848)
- Vanessa annabella* (W.D Field, 1971)
- Vanessa atalanta rubria* (Fruhstorfer, 1909)
- Vanessa cardui* (Linnaeus, 1758)
- Vanessa virginiensis* (Drury, 1773)
- Junonia coenia coenia* Hübner, [1822]
- Chlosyne ehrenbergii* (Geyer, [1833])
- Anthanassa texana texana* (W.H Edwards, 1863)
- Eresia phillyra phillyra* Hewtson, 1852
- Tegosa anieta cluvia* (Godman & Salvin, 1882)

Heliconiinae

- Dione moneta poeyii* Butler, 1873
- Dryas iulia moderata* (N. Riley, 1926)
- Eueides isabella eva* (Fabricius, 1793)

Riqueza específica

La familia Nymphalidae tuvo la mayor riqueza de especies (33) en Santa Mónica, seguido por Pieridae (13), Hesperidae (7), Riodinidae (1) y Lycaenidae (4); Papilionidae y Riodinidae son las familias más pobremente figuradas con una especie (Cuadro 1).

La familia Nymphalidae tuvo el 55% de la diversidad capturada en Santa Mónica (Gráfico 1), se considera que las especies son eurifagas, es decir, son capaces de aprovechar uno o más sustratos para sostenerse, sin embargo, el valor más alto es el subgremio nectarívoros hidrófilos (Hernández-Mejía, *et al.*, 2008) explicando su gran incremento en época de floración.

La familia Pieridae ocupó el segundo lugar con el 22% de la riqueza total, estando muy distanciada de Nymphalidae (Gráfico 1). Como observaron Luis-Martínez y Llorente (1990) existió una riqueza similar en la Cañada de los Dínamos, Distrito Federal, reportando un listado de 13 especies de píeridos. En ambas zonas se denotó un decremento de la riqueza conforme a la altitud, viéndose afectado por factores climáticos correspondientes a la altura como temperatura y precipitación (la temperatura de Santa Mónica fue en promedio 18.5°C) donde en comparación con otros sitios y ecosistemas los píeridos se mantuvieron con una riqueza no tan significativa, de acuerdo a Meléndez, *et al.*, (2015) la riqueza de los píeridos disminuye significativamente con la altitud, estando relacionado con los factores que se modifican con la misma. Adicionalmente, los píeridos fueron ubicados a lo largo de todos los transectos y como lo señala Andrade-Correa (2002) los píeridos presentan muchas especies euriecas, lo cual les permite estar desde zonas muy perturbadas hasta algunas más o menos conservadas.

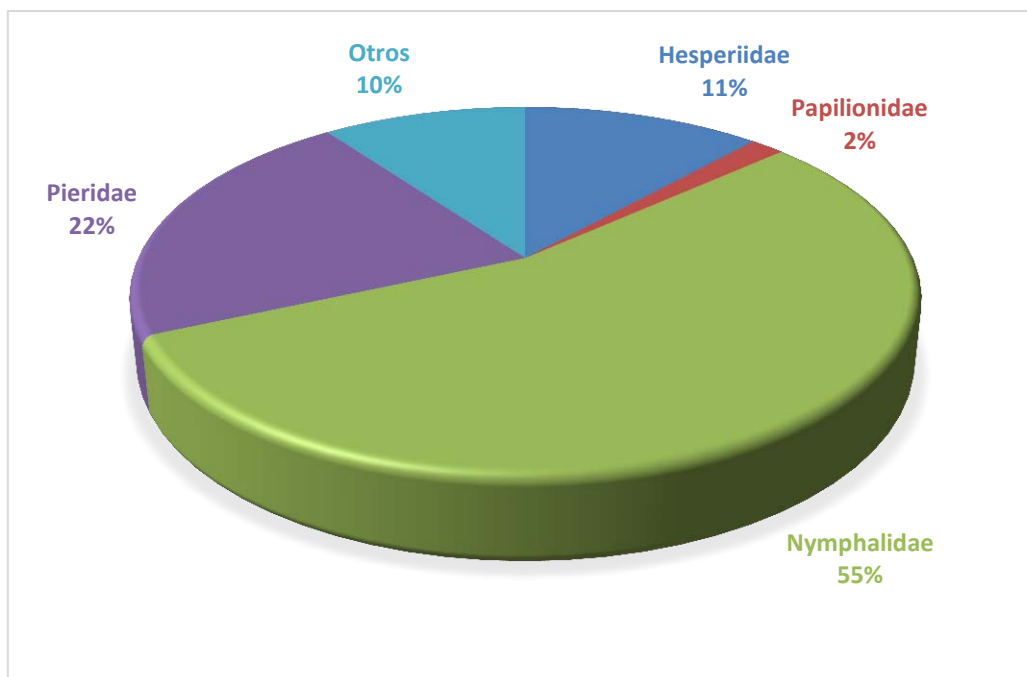
La familia Hesperidae (12%) tuvo valores bajos de riqueza a lo largo del año de recolección con ocho especies; los datos también los registra Sánchez-Soto, (2002), que a pesar de tratarse de un sistema de selva perennifolia, tiene un resultado similar con 12 especies en el parque ecológico Chontalpa, en el estado de Tabasco. Los hallazgos correspondientes a la riqueza muestran siempre en primer lugar a la familia Nymphalidae, seguida por Pieridae y Hesperidae, resultados que también se recabaron en esta recolección.

Para las familias Lycaenidae (6%) y Riodinidae (2%) los valores de riqueza fueron mínimos, con 4 y 1 especies respectivamente, pero son considerados constantes en la literatura citándolos como “conservadores” (Rodríguez, *et al.*, 2014; Raguso, 1990; Luna-Reyes, *et al.*, 2004) y siempre se ubican en los últimos lugares en cuanto a la riqueza de organismos en comparación con las demás familias. La subfamilia Polyommatae (Lycaenidae) obtuvo la mayor riqueza con dos especies (*Leptotes cassius* y *Celastrina argiolus gozora*), y de acuerdo a Luna-Reyes, *et al.*, (2004) es mencionada como la más rica y con mayor riqueza (Cuadro 1.)

Cuadro 2. Riqueza de especies por familia.

Familia	Especies	Número de organismos
Hesperiidae	7	20
Papilionidae	1	1
Pieridae	13	138
Riodinidae	1	6
Nymphalidae	33	133
Lycaenidae	4	5
Totales	60	303

Gráfico 1. Porcentaje de especies distribuidas por familia.



La riqueza registrada en Santa Mónica se encuentra dentro del promedio registrado en trabajos previos para el BMM o para vegetaciones asociadas de pino-encino (Cuadro 3). Se puede ver un patrón en cuanto a las especies reconocidas para cada familia, por ejemplo en Riodinidae, Nymphalidae donde los valores son bastante similares entre El chico, La cañada de los Dínamos, Sierra Nevada y La reserva Ecológica el Mineral; para la familia Hesperiidae el único lugar en donde también se trabajó con dicha familia fue en Cosala Sinaloa y coincide con el número de especies de Santa Mónica. Para el caso de la familia Papilionidae existen discordancias con los resultados de los demás estudios, puesto que en Santa Mónica solo hubo presencia de una

especie mientras que para los demás sitios existieron en promedio cinco especies, sin embargo, cabe destacar que si se realizaron avistamientos de otras especies (además de la recolección) de organismos, sin embargo no se logró colectarlos.

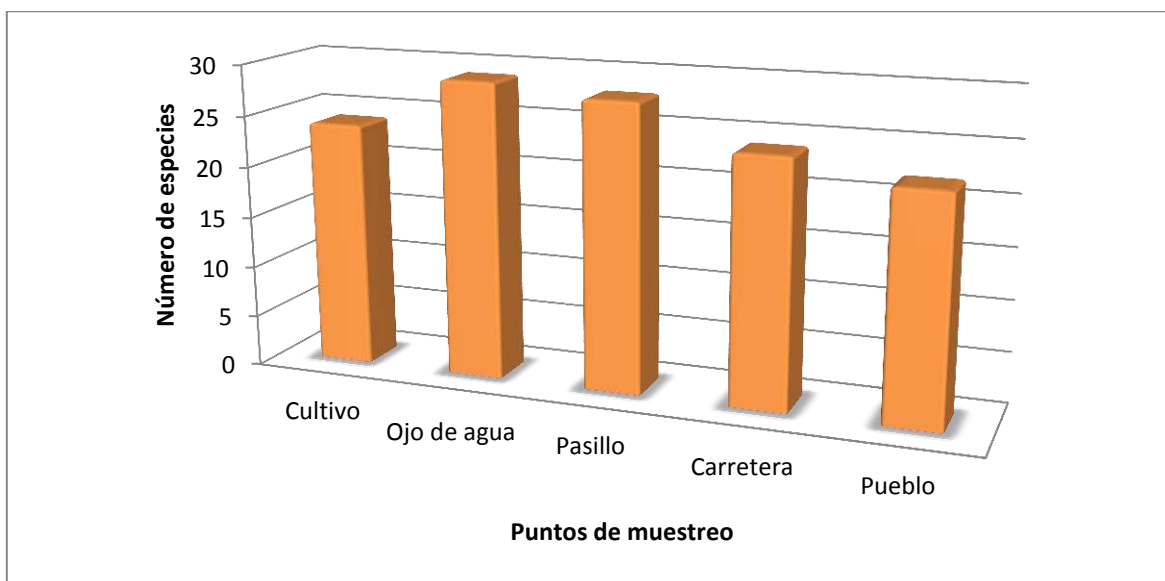
Cuadro 3. Especies de Mariposas diurnas reportadas en ambientes boscosos (Bisuet-Flores, et. al. 2001; Luis-Martínez y Llorente 1990; Luna-Reyes y Llorente-Bousquets 2004; Domínguez-Romo, et al., 2016)

Familia	Santa Mónica, Hidalgo	El Chico, Hidalgo	Cañada de los Dínamos, Magdalena Contreras, DF.	Sierra Nevada, México	Reserva Ecológica El Mineral, Cosala Sinaloa
Hesperiidae	7	X	X	X	7
Papilionidae	1	5	4	6	5
Pieridae	13	17	18	23	8
Riodinidae	1	X	2	3	5
Nymphalidae	33	32	29	32	16
Lycaenidae	4	14	12	11	X
Totales	60	68	65	75	41

En el caso de la riqueza específica de los transectos muestreados el ojo de agua (29 especies) fue el de mayor riqueza, seguido del pasillo (28) cultivo (24), carretera (24) y finalmente el pueblo (22) (Gráfico 2). Muchas especies únicamente tuvieron un registro y por lo tanto solo estuvieron presentes en un lugar, siendo el caso de *Tegosa anieta cluvia* (ojo de agua) *Autochton cincta* (cultivo), *Poanes melane vitelina* (ojo de agua), *Phoebis sennae marcellina* (cultivo), *Adelpha paroeca paroeca* (carretera) y *Anaea aidea* troglodita (cultivo) entre otras (Anexo 2). En cuanto a la heterogeneidad de los transectos, primeramente en el ojo de agua y pasillo convergen tanto vegetación inducida como relictos y zonas conservadas de BMM, por aquí también pasa una sección del río Xaltetla, otorgando otro hábitat explotable para las mariposas. Ospina-López, et al., (2015) determinaron que en los estadios adultos (frecuentes en bosques), la riqueza está definida por la heterogeneidad del hábitat. En el caso del bosque, dicha heterogeneidad se define por el número y la distribución de estratos, los cuales propician condiciones microclimáticas específicas para la comunidad de mariposas. García-Ríos, et al., (2013) observaron que los sitios perturbados favorecen a lepidópteros que se alimentan de herbáceas y malezas, mientras que los sitios no perturbados favorecen a aquellos que se sostienen de plantas leñosas, árboles o enredaderas, en el caso del pasillo existió una convergencia de vegetación perturbada y no perturbada, lo que a su vez, aunado a los factores anteriores puede explicar la mayor cantidad y diversidad de organismos ubicada en este sitio (30 especies).

Como se mencionará más adelante las mariposas subsisten mucho mejor en ambientes con diferentes estratos vegetativos y además, entre mayor diversidad de plantas las mariposas se ven influidas positivamente en su población. Para Santa Mónica, se presentan ambientes de bosque denso y además ambientes urbanos con arbolados en arreglos lineales y de sembradíos, favoreciendo el flujo de organismos. La riqueza de especies en el bosque permite considerar, de acuerdo con Schulze, *et al.*, (2004), que las mariposas pueden persistir en paisajes que combinan grandes fragmentos continuos de bosque maduro, junto a otros con sistemas de manejo que incluyan arbolado, como la vegetación secundaria (barbecho) y sistemas agroforestales.

Gráfico 2. Riqueza específica por transecto.



Abundancia

En cuanto a la abundancia de organismos, la familia Pieridae posee la mayor cantidad con 45% (138 organismos), seguida de Nymphalidae con 44% (133); Hesperidae es la tercer familia en abundancia con 6% (20), mientras que Riodinidae (6), Lycaenidae (5) y Papilionidae (1) tienen valores muy pobres conformando el 4% de abundancia entre las tres familias (Cuadro 4, Gráfico 3). En otros BMM del estado se ha repetido esta tendencia, como en el bosque de El Chico, Hidalgo (Bisuet-Flores, *et al.*, 2001), donde hay porcentajes un poco más distanciados de 47% y 25% para píeridos y ninfálicos respectivamente. La abundancia relativa mayor se puede explicar por las características propias de altitud, clima y vegetación residente de la zona, aunado a lo anterior, se menciona que la afluencia de cuerpos de agua tiene un impacto positivo para la abundancia relativa de los organismos (Bisuet-Flores, *et al.*, 2001).

La familia Nymphalidae incluyó 26 géneros y 33 especies (Cuadro 2) y se presentó abundantemente en todos los transectos, carretera (28 organismos), cultivo (16), ojo de agua (41), pasillo (31) y pueblo (17) sin ser propia de un solo transecto. Grimaldi y Engel (2005) mencionan que Nymphalidae es una de las familias de mariposas diurnas más abundantes y diversas, estando distribuida ampliamente en diversos ecosistemas, no siendo exclusiva del BMM. De manera semejante, análisis realizados por González-Valdivia, et al. (2016); Hernández-Mejía, et al. (2008); Luna-Reyes, et al. (2010) y Luna-Reyes, et al. (2008) demuestran que la familia Nymphalidae constantemente prevalece como la abundante en varios ambientes, llegando a representar (junto con Pieridae) el 90% de los ejemplares registrados.

Warren (2016) indicó que los hespéridos consistentemente constituyen cerca del 40% de las mariposas diurnas en cualquier localidad en la República Mexicana, sin importar la época o el ambiente donde se recolecten, en este caso, la abundancia de hespéridos no fue tan simbólica, únicamente se encontraron 20 individuos; una explicación a este fenómeno es que en la familia Hesperidae, el 93% de las especies son nectarívoras (Lamas, 2008) y en la localidad no siempre existió floración disponible para esta familia de lepidópteros debido a las condiciones ambientales. Díaz-Batres (1991), halló que el 43% de las especies de hespéridos vuelan en temporada lluvias, una cifra bastante alejada en comparación con Santa Mónica (6%) (Gráfico 3) pero posiblemente existan divergencias en cuanto la época de floración en ese tiempo y el actual, sin mencionar la diferencia en períodos climáticos contemporáneos donde se han recorrido las estaciones anuales. Los resultados no son concluyentes en cuanto a la recolección para este grupo en BMM o vegetaciones asociadas, no existen registros suficientes para una comparación subjetiva de la abundancia de estos organismos.

La mayoría de las mariposas licénidas mostró una densidad poblacional muy baja, lo cual es característico de algunas especies tropicales (Lamas, 2008); únicamente hubo cuatro especies a lo largo de todo el período de recolección (Cuadro 1, Anexo 2). Generalmente de acuerdo a la literatura, la familia Lycaenidae está poco establecida en este tipo de vegetación, es decir, que la mayor abundancia y diversificación de esta familia se encuentra hacia el neotrópico, (Lamas, 2008) y en zonas abiertas.

La presencia de las lluvias se correlaciona directamente con la abundancia de los insectos ya que puede afectar la fisiología de la reproducción, el desarrollo ontogenético y la conducta de los imagos; indirectamente también puede afectar a las poblaciones por sus efectos sobre la fenología vegetal, justificando los picos de abundancia de ciertas familias con base a la afectación de la población vegetal o en sus larvas (Hernández-Mejía, et al., 2008).

Cuadro 4. Abundancia relativa de organismos por familia.

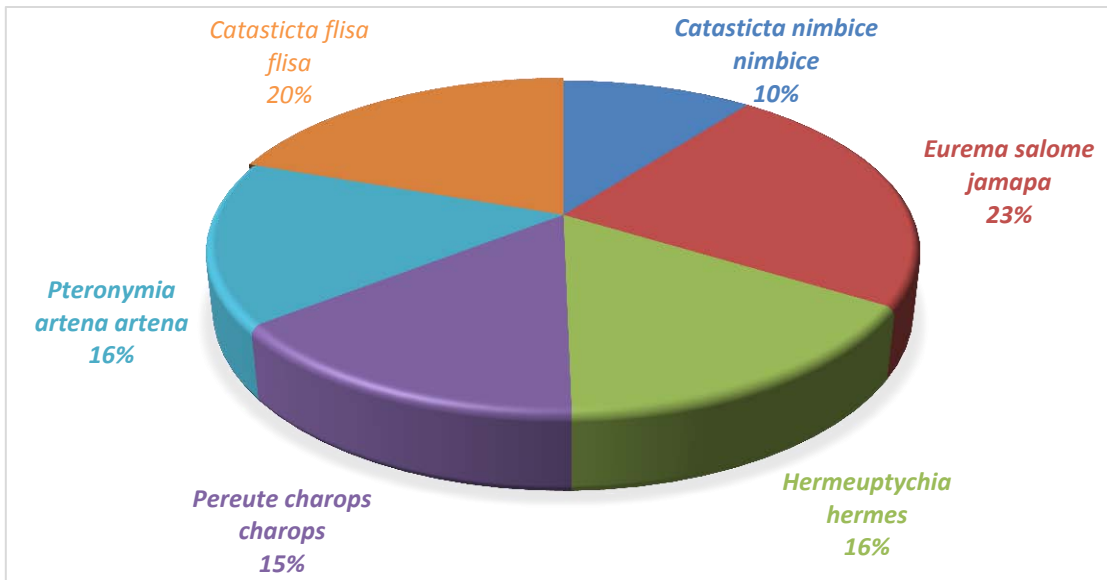
Familia	Número de organismos
Hesperiidae	20
Papilionidae	1
Pieridae	138
Riodinidae	5
Nymphalidae	133
Lycaenidae	5
Totales	303

Gráfico 3. Porcentaje de mariposas diurnas distribuidos por familia.



La especie más abundante fue *Eurema salome jamapa* representando el 23% del total de las seis especies más importantes en la recolección, posteriormente están las especies: *Catantix flisa flisa* (20%), *Pteronymia artena artena* (16%), *Hermeuptychia hermes* (20%), *Pereute charops charops* (15%) y *Catantix nimbice nimbice* (10%) (Gráfico 4). Por el contrario, el género menos abundante fue *Pyrrhosticta*, correspondiente al único ejemplar de la familia Papilionidae (Anexo 2).

Gráfico 4. Especies más abundantes a lo largo del período de recolección en Santa Mónica, Hidalgo.



Todas las especies en el gráfico 4, tienen alto grado de incidencia a lo largo de todo el año de muestreo, *Catasticta flisa flisa*, *Catasticta nimbice nimbice*, *Pereute charops charops* y *Eurema salome jamapa* son organismos de la familia Pieridae (Anexo 1); *Hermeuptychia hermes* y *Pteronymia artena artena* se incluyen en la familia Nymphalidae, igualmente registrando una alta presencia y formando gran parte de la abundancia de la familia. Luna-Reyes, *et al.*, (2004) realizaron un análisis por especie donde se encontró que algunas pocas especies fueron abundantes, mientras que la mayoría fue representada por pocos ejemplares, de manera muy similar se halló que *Catasticta teutila teutila* fue la especie más abundante.

Entre las especies mejor recolectadas sobresalen entre los píridos, *Eurema salome jamapa* (38 organismos), *Catasticta flisa flisa* (32) *Pereute charops charops* (24) y *Catasticta nimbice nimbice* (17). *Catasticta* y *Pereute* son géneros principalmente característicos de Bosque Nublado, sin embargo, su distribución no está limitada a este ecosistema únicamente (Oñate-Ocañas, *et al.*, 2000; Llorente-Bousquets 1985); las mariposas del género *Catasticta* se alimentan de plantas de la familia Loranthaceae (coloquialmente denominadas muérdago) (Andrade-C, 1998), este hecho explica su alta densidad durante todo el año debido a que se reconoció la gran abundancia de muérdago a lo largo de Santa Mónica. Además, constituyen animales oligófagos, es decir, que se mantienen de un grupo de especies de plantas preferentemente enmarcadas en una familia (en este caso Loranthaceae).

Los píridos fueron tan abundantes gracias a 3 factores: 1), una valencia ecológica amplia siendo esto un grado de tolerancia para cada especie con respecto a algún factor; 2), ausencia de competidores y 3), capacidad de explotar mayor variedad de recursos (Hernández-Mejía, *et*

al.,2008). Además de que incluye especies multivoltinas y euriecas, como *Eurema daira eugenia* y *Leptophobia aripa elodia*.

En santa Mónica debido a la gran abundancia de senderos y caminos, además de los cultivos alrededor del pueblo, se propicia de gran manera la abundancia de la especie *Hermeuptychia hermes*. Varios ejemplares de la subfamilia Satyrinae vuelan cerca del suelo siguiendo el mismo curso o caminos del bosque bien sombreados, *Hermeuptychia* es un género comúnmente encontrado en los bordes de los bosques y en campos con pastos, justificando que este organismo figure en el área de estudio (Cardoso, *et al.*, 2012).

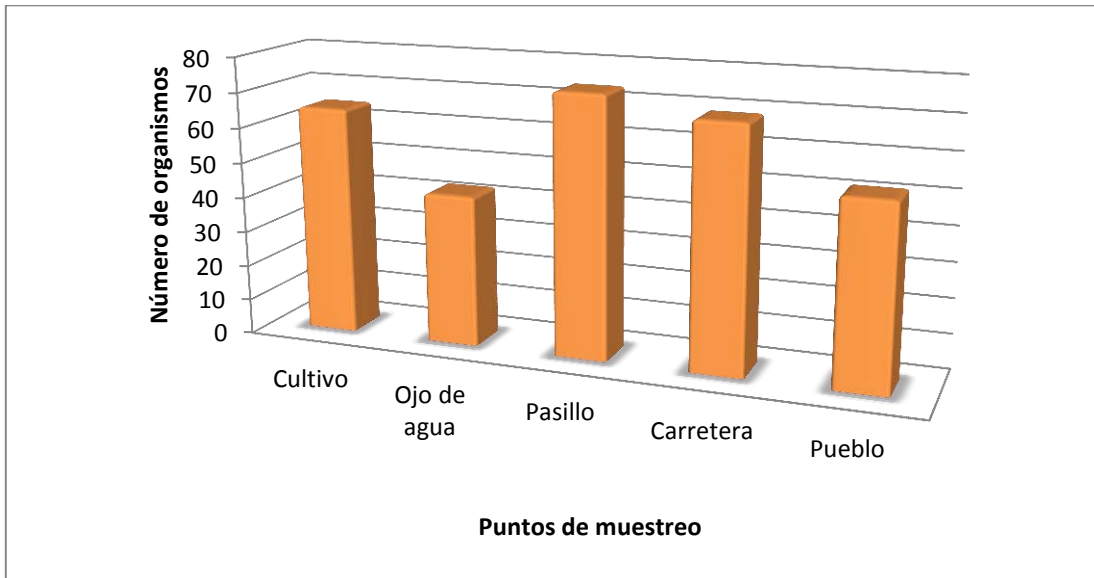
En el ojo de agua hubo alta abundancia de *Pteronymia* (15 organismos), así como en el pasillo (9), siendo uno de los muchos géneros que se han diversificado primaria o secundariamente en las montañas y bosques tropicales de México, es común que existan reportes de esta especie en ambientes de BMM, desarrollándose en zonas con claro-oscuros, hábitat preferido por Itominos, De igual forma, en Santa Mónica hubo gran cantidad de moráceas (fresas y frambuesas) de las que esta especie se alimenta (Llorente, *et al.*, 2014).

En la localidad de Santa Mónica el género más abundante fue *Pyrgus* (9) seguido de *Urbanus* (3), *Erynnis* (2), *Ancyloxypha* (2) finalmente siendo *Autochton* (1) y *Poanes* (1), los menos abundantes (Anexo 2). Sin embargo, para la familia Hesperidae el género *Urbanus* es considerado uno de los más abundantes y diversos, difiriendo con lo registrado para Santa Mónica donde únicamente se presentó una especie.

Calephelis (6) es el género más abundante en México para la familia Riodinidae, siendo el único en Santa Mónica, aunque en comparación con las demás familias su abundancia es considerada baja (3%) (Anexo 2). Se trata de especies que se pueden considerar univoltinas, con densidades poblacionales muy bajas (se cuenta con 1 o 2 ejemplares) (Lamas, 2008), son pobremente destacadas en BMM, con baja incidencia de vegetación de pino y encino (Álvarez-García, *et al.*, 2017).

Por su parte, para la abundancia en los transectos, el ojo de agua tuvo la mayor cantidad de organismos (74), seguido del pasillo (69) y posteriormente la carretera (65), pueblo (52) y cultivo (43) (Gráfico 5). En el ojo de agua existe una vertiente del río Xaltetla, lo cual atrae diversas especies de mariposas tanto por el agua como por las sales que se encuentran en los meandros del río.

Gráfico 5. Abundancia por transecto muestreado.



La cercanía al poblado y los cultivos justifican la gran abundancia de piéridos y de algunos ninfálidos, ya que de acuerdo a Meléndez (2015) su ecología está relacionada a estas cubiertas vegetales y además las plantas cultivadas están ofreciendo una fuente de alimento adicional. Santa Mónica presenta varias zonas de desmonte y plantíos, el desmonte de la vegetación natural crea nuevos espacios abiertos, que también influyen en su número y atraen más organismos de éstas familias. Si se considera que la milpa, como sistema agroforestal rotacional, estaría propiciando en su prolongada fase de descanso o barbecho de la tierra el establecimiento de hábitats que pueden ayudar a la conservación de especies del bosque, entre ellas las mariposas.

Otras especies de lepidópteros se confirman como características de áreas alteradas o con poca densidad en el arbolado, como sucede con el género *Hermeuptychia* de la familia Nymphalidae subfamilia Satyrinae. Para otros satirinos los reportes indican que los organismos de tamaño pequeño y color oscuro críptico fueron más comunes en hábitats ligeramente alterados, como especies del género *Cyllopsis* ubicadas en su mayoría en el ojo de agua y cultivo (Anexo 2) (González-Valdivia, *et al.*, 2016; Schulze, *et al.*, 2004).

Estacionalidad

Existieron oscilaciones de abundancia y riqueza de organismos a lo largo de todo el año, sin embargo, se notó un claro crecimiento de las mariposas en diciembre, concordando con el segundo pico de reproducción anual en octubre, como se puede ver en los Gráficos 6 y 7. Anteriormente durante la época de lluvia, se pueden notar crecimientos cada dos meses, hasta que comienza la temporada de secas y el invierno, donde la abundancia se mantiene baja; a partir del mes de diciembre comienzan los decrementos en la riqueza. De acuerdo a Ciesla, (2011), la oscilación en la abundancia de organismos existe en grandes cantidades de poblaciones de insectos y pueden existir cambios durante las estaciones anuales; en la temporada de lluvias, las poblaciones pueden alcanzar números extremadamente altos, y en contraste durante períodos bajos (temporada de secas o invierno), las mismas poblaciones son muy difíciles de localizar, en este caso, la escases de organismos comienza al inicio del año, donde las bajas temperaturas y humedad no permitieron el desarrollo tanto de plantas hospederas como de las mismas especies de mariposas. Los datos en Santa Mónica determinaron que los máximos de riqueza-abundancia para las mariposas son en los meses de febrero, agosto y diciembre, Bisuet-Flores, *et al.*, (2001) determinaron que los máximos de riqueza-abundancia de los imagos están desfasados respecto a la floración, ocurriendo la mayor floración durante la época de lluvias y la de las mariposas hasta los meses finales del período de lluvias o posteriores a ella (septiembre-diciembre); advirtiendo el desplazamiento de la fenología hacia la estación seca.

A partir de cierta cota altitudinal la riqueza comenzó a decrecer debido a condiciones ambientales restrictivas como la humedad, la radiación solar, las bajas temperaturas y la neblina, ésta última tiende a aumentar la humedad ambiental y a reducir la evapotranspiración, lo que crea una barrera para las especies; la neblina es un importante factor de aislamiento en Santa Mónica, restringiendo en muchas ocasiones el traslado total de los organismos. Por otro lado, de acuerdo a Rabb (1984) la humedad puede influenciar la diapausa y el desarrollo de la post-diapausa en larvas de insectos. El desarrollo y las consecuencias ecológicas son que el desarrollo sea retrasado hasta que las condiciones de humedad sean más favorables.

En los Gráficos 6 y 7 se puede notar que en los períodos donde la temperatura es elevada y la humedad se mantiene estable el crecimiento de organismos se ve favorecido, tal es el caso del mes de diciembre, sin embargo, al llevarse a cabo el descenso de temperatura y aumento de humedad, las poblaciones se ven muy afectadas, tanto por el efecto de aislamiento previamente mencionado, como por las afectaciones climatológicas, este fenómeno se denota en el mes de enero, donde hay una disminución brusca de temperatura y de organismos. Erelli, *et al.* (1998) consideran que las bajas temperaturas restringen el crecimiento de las plantas más que la

fotosíntesis, lo que conduce a un aumento en los metabolitos secundarios, haciéndolas menos apetecibles para los herbívoros.

Gráfico 6. Humedad, temperatura y abundancia de especies de lepidópteros de Santa Mónica, Hidalgo

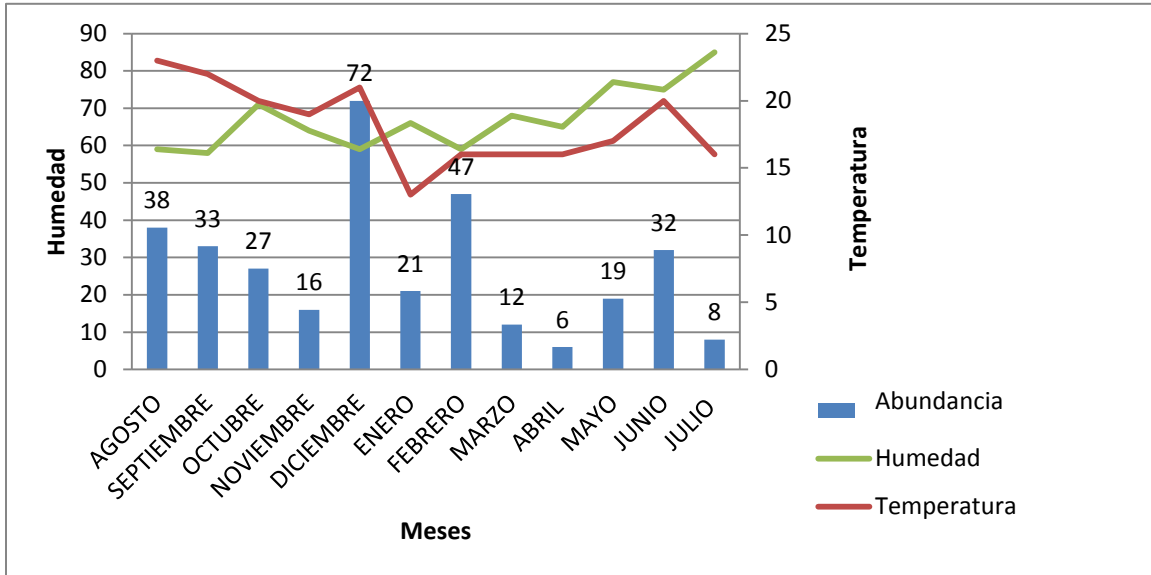
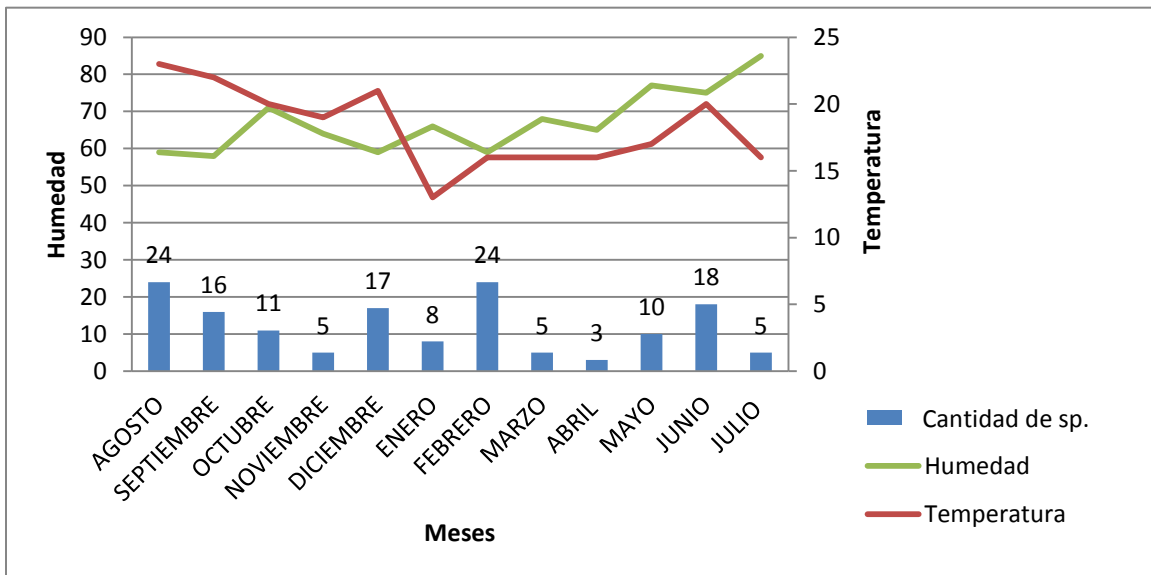


Gráfico 7. Humedad, temperatura y diversidad de especies de lepidópteros de Santa Mónica Hidalgo.



El cambio estacional en la riqueza-abundancia de especies mariposas, también parece estar en función del voltinismo y la sincronización generacional con las condiciones ambientales y nutrimentales. De acuerdo con Shapiro (1974), las especies univoltinas tienden a ser monófagas, y

las multivoltinas polífagas, por lo que estas últimas pueden emerger en varias épocas del año y tienen oportunidad de sobrevivir, pues sus requerimientos no son tan específicos como en las primeras, cuya emergencia está sincronizada con la época en que sus recursos alimentarios están disponibles (Hernández-Mejía, *et al*, 2008; Lamas, 2008 y Shapiro, 1974). La mayoría de las especies más abundante son especies multivoltinas, y esto puede verse reflejado durante la recolección, para el caso de *Eurema salome jamapa*, *Catasticta nimbice nimbice* y *Catasticta flisa flisa* fueron los únicos géneros que se mantuvieron de manera constante durante todas las estaciones del año, con registros en más de ocho meses (Anexo1), por el contrario, existieron muchas especies únicamente con un registro dentro del año, como es el caso de *Anaea troglodita aidea* (febrero), *Tegosa anieta* (febrero) *Anthanassa texana texana* (febrero), *Archaeoprepona phaedra aelia* (febrero), *Cyllopsis hilaria* (febrero), *Danaus gilippus thersippus* (diciembre), *Danaus plexippus plexippus* (septiembre), *Doxocopa pavon theodora* (agosto), *Dryas iulia moderata* (agosto), *Eresia phillyra phillyra* (marzo), *Eunica tatila tatila* (marzo), *Marpesia chiron marius* (agosto) y *Pyrrhosticta abderus* (septiembre) (Anexo1) lo que podría confirmar el hecho de sean probablemente especies univoltinas y monófagas.

Los géneros *Catasticta*, *Calephelis*, *Cyllopsis*, *Polygonia*, *Chlosyne* y *Eurema* se recolectaron a todo lo largo del año. Dichos géneros (entre otros más) se han diversificado primaria o secundariamente en las montañas y bosques mesófilos de México, son parte de los grupos estenoecos de las montañas (bosques mesófilos, mixtos de pino-encino y coníferas) y por lo tanto, son organismos que no toleran amplias variaciones en las condiciones ambientales y que además, no se adaptan fácilmente (Llorente, *et al.* 2014).

Claramente en estaciones frías la cantidad y diversidad de organismos se vio afectada, sin embargo, en febrero ocurre un pico de crecimiento para posteriormente hasta el final del muestreo mantenerse en un nivel bajo, siendo marzo, abril y julio los meses con menor registro. Casi todos los factores ambientales (luz, temperatura, humedad, lluvia, alimento, enemigos, competidores) muestran características estacionales y patrones de cambio. De estos, el fotoperíodo ofrece el mayor punto de partida para acercarse a los cambios estacionales. Los insectos han evolucionado con el fotoperíodo como principal regulador de la diapausa, generalmente la temperatura y otros factores ambientales modifican la regulación de la diapausa con el fotoperíodo (Rabb, 1984).

El clima es un importante factor que regula los números de insectos, teniendo efectos favorables y desfavorables. Los períodos de calor y sequía pueden ser favorables para el desarrollo y sobrevivencia de la mayoría de insectos defoliadores. Cuando las temperaturas empiezan a enfriarse o humedecerse, los insectos pueden cesar la ingestión de alimento o ser más propensos a infecciones por hongos o virus. Heladas tardías en la primavera pueden matar grandes

cantidades de larvas que comenzaban a emerger, aunado a esto, pueden dañar las fuentes de sustento (Ciesla, 2011)

Cabe mencionar que muchas especies de mariposas están registradas para BMM, sin embargo no fueron localizadas durante el estudio, posiblemente debido al esfuerzo de captura, cuestiones climáticas o porque aquellos taxos escasos son más sensibles a las perturbaciones ambientales y posiblemente no contaron con las condiciones para desarrollarse a lo largo de este año o en absoluto como lo señala Meléndez-Jaramillo (2017).

Diversidad

Índices de Simpson y Shannon-Weaver

Los índices de diversidad se hicieron con base a las especies por transecto muestreado. Los valores son cercanos a uno, lo que indica que una diversidad elevada a lo largo de toda la zona (Cuadro 4). Se obtuvieron valores similares de diversidad, lo que podría indicar que la diversidad de insectos herbívoros, entre ellos las mariposas, está estrechamente relacionada con la diversidad tanto florística como estructural de la vegetación, ya que los bosques exhiben un incremento en la biomasa vegetal mayor, lo que permite el establecimiento de un mayor número de especies fitófagas (Murdoch, *et al.*, 1972).

Los transectos con mayor número de especies fueron el el ojo y el pasillo con 29 y 28 mariposas respectivamente. Se pueden observar que en los cinco transectos existen valores elevados el índice de diversidad de Simpson y los resultados son todos cercanos a 1, indicando que existe una probabilidad de que se encuentren dos individuos de la misma especie en dos extracciones sucesivas, siendo el cultivo el del valor más elevado, probablemente debido a la similitud entre especies (Cuadro 4); de acuerdo a Hill, *et al.* (2001) y Schulze, *et al.* (2004) la composición de las mariposas fue diferente en las comunidades de bosque natural, pastizales y demás áreas abiertas, pero similar en bosques y en vegetación secundaria (matorrales y rastrojos); concordando con esta información, Halffter (2006) señala que la distribución de la fauna de montaña depende tanto de la estructura actual, como de la historia de su base geográfica, y en los registros se presenta una fauna bastante homogénea en cuanto a su composición con una zonación altitudinal bien definida.

Esto implica que a medida que el paisaje se hace más irregular en su composición vegetal, la cantidad de individuos y de especies aumenta. Los valores del índice de Shannon son elevados (superan 1) e indican que el ambiente es similar en cuanto a su cobertura vegetal, esto se justifica debido a que los transectos se encuentran relativamente cercanos entre sí, por lo tanto diversas especies y estructuras vegetales se comparten. La diversidad (H') de mariposas se correlaciona positivamente con el número de parches en el paisaje, a mayor número de fragmentos pequeños

con formas mucho más irregulares, mayor fue la diversidad de las especies de mariposas, la diversidad está determinada por la heterogeneidad del hábitat. La diferenciación de la vegetación en los cinco transectos estaría determinada por dicha heterogeneidad definida por el número y la distribución de estratos, los cuales determinan condiciones microclimáticas específicas para la comunidad de mariposas como lo señala Ospina-López, *et al.* (2015).

Cuadro 4. Índices de diversidad y abundancia de mariposas diurnas en Santa Mónica, Hidalgo.

ZONA	NÚMERO DE ESPECIES	ABUNDANCIA	SHANNON (H'')	SIMPSON
Carretera	24	65	1.199	0.077
Pueblo	22	52	1.197	0.075
Ojo de agua	29	74	1.25	0.079
Pasillo	28	69	1.246	0.076
Cultivo	24	43	1.199	0.085

En el caso del ojo de agua existió una convergencia de vegetación perturbada y no perturbada, así como la presencia del río, lo que, a su vez, aunado a los factores anteriores explica la gran cantidad y diversidad de organismos ubicada en este sitio. El cultivo y la carretera presentan el índice más bajo de Shannon, lo cual quiere decir que es el lugar menos variado con vegetación más similar entre sí. El pasillo y la carretera tienen los segundos valores más elevados, coincidiendo con lo anteriormente descrito, puesto que el pasillo está cubierto de vegetación primaria y secundaria y la carretera detenta mayor diversidad al poseer mucha vegetación inducida por su cercanía al pueblo. García-Ríos, *et al.*, en 2013 observaron que los sitios perturbados favorecen a lepidópteros que se sustentan de herbáceas y malezas, mientras que los sitios no perturbados favorecen a aquellos que prefieren plantas leñosas, árboles o enredaderas, en este caso la mayoría de los lepidópteros prefiere ambientes donde existe conversión de los diferentes estratos vegetales.

Un segundo proceso que determina la abundancia y diversidad de las zonas es la separación de poblaciones. La mayoría de los organismos del bosque quedan aislados (como ya se mencionó anteriormente), pues generalmente no les es posible pasar de un fragmento a otro, debido a las condiciones microclimáticas adversas, a la presión de los depredadores de zonas abiertas y a limitaciones en su capacidad de desplazamiento por mencionar algunas (Harris, 1984). Para muchas especies, las montañas han determinado y determinan las posibilidades de dispersión a través de las condiciones ecológicas desfavorables de las tierras bajas. Sus cambios, su propia estructura espacial discontinua, son factores de aislamiento y especiación (Halffter, 2006).

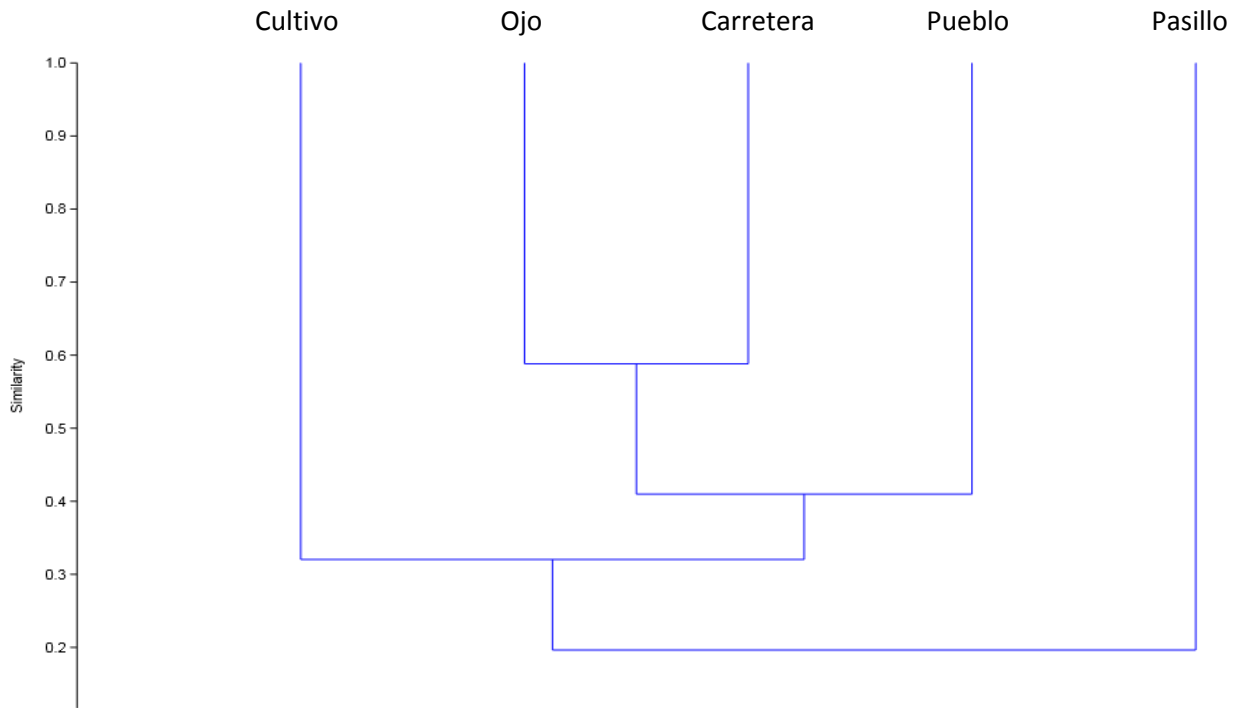
Ospina-López *et al.* (2015) refieren que valores elevados de diversidad pueden ser mantenidos por niveles intermedios de perturbación, ya que ésta permite una heterogeneidad en el paisaje influyendo en mayor disponibilidad de hábitats, flores para libar, plantas hospederas asociadas a vegetación de crecimiento secundario y al aumento en la disponibilidad de luz solar en zonas abiertas que benefician los procesos de termorregulación de estos insectos y que están disponibles más veces en el año y durante más tiempo.

Grado de similitud

El análisis de Jaccard mostró que los transectos más similares entre sí fueron la carretera y el ojo de agua, seguidos del pueblo, el cultivo y finalmente el pasillo fue el más diferenciado al presentar el menor porcentaje de similitud conforme a los otros transectos (Gráfico 8).

De acuerdo a Murdoch, *et al.*, 1972, y como ya se mencionó previamente en el apartado de la abundancia, la distribución de mariposas está fuertemente restringida a la comunidad vegetal que favorezca su desarrollo. La calidad de la comida es un factor determinante en la habilidad del insecto para reproducirse, la defoliación repetida puede cambiar los nutrimentos del follaje. La competencia entre especies reduce la cantidad de alimento disponible por insecto y tiene un efecto negativo en la fecundidad, por lo tanto, la disponibilidad de recursos también es un factor de restricción al momento de analizar la distribución de los organismos. Finalmente, los humanos son un importante agente de dispersión de los insectos, involucrados en la introducción y establecimiento de especies del bosque y diversos ecosistemas (Ciesla, 2011). De acuerdo a la información recabada acerca de que la mayor diversidad es propiciada por una diferenciación y parches de vegetación (indicadores de perturbación) las zonas más conservadas serían las más homogéneas siendo éstas la carretera y el cultivo, mientras que la zonas más diversas serían la más perturbadas, en este caso los transectos realizados en el ojo de agua y en el pasillo.

Gráfico 8. Similitudes entre los transectos muestreados.



Aunque en menor proporción, el pasillo y el pueblo tienen mayor diferenciación del paisaje, explicando su cercanía de diversidad con el ojo de agua. Finalmente, para la carretera el mayor porcentaje de su vegetación es pino-encino o vegetación herbácea o arbustiva muy homogénea, concordando con su valor tan bajo de diversidad en comparación con los otros transectos; igualmente, el cultivo se encuentra dominado por hortalizas reiterando lo anterior.

Grado de conservación

En el presente trabajo se encontró una clara dominancia en cuanto a diversidad por parte de la familia Nymphalidae (33 especies), de igual forma los datos se correlacionan al obtener una abundancia elevada (44%). Nymphalidae ha sido la familia caracterizada por muchos autores entre ellos González-Valdivia, *et al.*, (2011) como una familia útil para monitorear la calidad de los hábitats y los cambios por efecto de la perturbación antropogénica.

La amplia diversidad y abundancia de este taxón por ejemplo, de las especies de las subfamilias Itominae, Danainae y Heliconiinae corrobora el buen estado de toda la zona de estudio, en particular, las especies de itominos *Pteronymia artena artena*, *Greta anette anette*, *Dircenna klugii klugii*, la elevada abundancia de *Pteronymia artena artena* (26 organismos) y las especies de daneidos *Anetia thirza*, *Danaus gilippus* y *Danaus plexippus* y los heliconinos *Dione moneta peyii*,

Dryas iulia y *Euides isabella* denota la presencia de vegetación abundante y numerosos sitios de claro-oscuros, además, los itominos han atraído una importante atención como buenos indicadores de calidad ambiental, fragmentación del hábitat y patrones de diversidad total de especies ((Beccaloni y Gaston, 1995; Brown, 1997; Uehara- Prado y Freitas, 2009). Ithomiinae es una familia que se encontró casi a lo largo de todo el año (Anexo 1) y de acuerdo a Drummond (1976) tiene generaciones que se sobreponen, se reproduce constantemente y se ha estimado que los adultos pueden llegar a vivir hasta seis meses, lo cual facilita su recolección, identificación y los hace tal vez el grupo más catalogado como indicador de buena calidad ambiental.

La recurrencia de especies estenoecas y la homogeneidad en la diversidad en los transectos muestreados podría ser un indicador de que la zona está conservada al mantener condiciones constantes para permitir el desarrollo y proliferación de especies pertenecientes a géneros como: *Catasticta* sp., *Calephelis* sp., *Cyllopsis* sp., *Polygonia* sp. y *Chlosyne* sp.; *Marpesia* sp. y organismos de la subfamilia Charaxinae como *Anaea troglodita aidea* y *Archaeoprepona phaedra aelia*, son dependientes del bosque (Tobar, et al., 2009), *Anaea troglodita aidea* y *Dione juno* son mencionadas por Hernández, et al., (2003) como especies que prefieren hábitats con mayor cobertura vegetal.

Sin embargo, la abundancia de Piéridos denota que el pueblo comienza a generar una perturbación sobre el BMM, como ya se mencionó anteriormente, cuatro de las especies más abundantes (*Catasticta flisa flisa*, *Catasticta nimbice nimbice*, *Eurema salome jamapa* y *Pereute charops charops*) son pertenecientes a esta familia y representan el 34.6% del total de la colecta, indicando que existe presencia de zonas abiertas, forrajeo, desmonte e introducción de especies no nativas.

Finalmente además de las especies de lepidópteros indicadoras, hay una gran cantidad de zonas boscosas donde resaltan especímenes como helechos arborescentes y bromelias, conocidos por fungir como indicadores ambientales, denotando que todavía existe un buen estado de conservación del Bosque Mesófilo de Montaña en Santa Mónica, Hidalgo.

CONCLUSIONES

- Se identificaron 303 lepidópteros distribuidos en seis familias, 17 subfamilias y 60 especies en Santa Mónica, Hidalgo, México.
- La familia Nymphalidae tuvo la mayor riqueza de especies con 33 mariposas, seguida de Pieridae (13), HesperIIDae (7), Lycaenidae (4) y finalmente Riodinidae y Papilionidae con 1 organismo.
- El transecto con mayor riqueza de especies fue el ojo de agua con 29, seguido del pasillo (28) pueblo (22), cultivo (24) y la carretera (24).
- Los meses con mayor riqueza fueron Febrero y Agosto con 24 especies.
- La familia con mayor abundancia relativa de organismos fue Pieridae con 138 correspondientes al 46%.
- La zona con mayor abundancia de organismos fue el ojo de agua con el 24% (74).
- *Eurema salome jamapa* fue la especie más abundante con el 23% (38 organismos), siguiendo *Catantacta flisa flisa* 20% (32), *Pteronymia artena artena* 16% (26), *Hermeuptychia hermes* 16% (26), *Pereute charops charops* 16% (15) y *Catantacta nimbece* 10% (17).
- Diciembre fue el mes con mayor abundancia relativa con el 20% con 72 organismos.
- 24 especies tuvieron registros en meses específicos, mientras que *Eurema salome jamapa*, *Catantacta flisa flisa* y *Hermeuptychia hermes* permanecieron durante casi todo el año.
- A cierta cota altitudinal la riqueza comenzó a decrecer debido a condiciones ambientales restrictivas como la humedad, radiación solar, bajas temperaturas y neblina.
- Los datos en Santa Mónica determinaron que los máximos de riqueza-abundancia para las mariposas son en los meses de febrero, agosto y diciembre.
- El transecto con los valores más elevados de diversidad de Simpson y de Shannon-Weaver fue el ojo de agua.
- De acuerdo al índice de Simpson, existe una gran probabilidad de que se encuentren dos individuos de la misma especie en dos extracciones sucesivas.
- Los valores del índice de Shannon son elevados (sobrepasan 1) e indican que el ambiente es similar en cuanto a su cobertura vegetal.
- El índice de Jaccard señala que los transectos más similares entre sí son los de la carretera y el ojo de agua, mientras que el transecto con menos similitud con los demás transectos es el pasillo.
- *Pteronymia artena artena* conforma el 8.60% de la colecta total (26 organismos) e indica una buena calidad ambiental basándose en las referencias de la familia Ithomiidae.

- Géneros como: *Catasticta* sp., *Calephelis* sp., *Cyllopsis* sp., *Polygonia* sp., *Chlosyne* sp., *Marpesia* sp. y especies como *Anaea troglodita* y *Dione juno* son consideradas como especies indicadoras de ambientes con mayor cobertura vegetal.
- Los transectos más conservados fueron la carretera y el cultivo, mientras que el transecto más perturbado fue el realizado en el ojo de agua.

LITERATURA CITADA

- Almaráz-Almaráz, M., E. y J. León-Cortés, L. 2013. Ecología y conservación de *Pterourus esperanza* (Insecta: Lepidoptera: Papilionoidea) en la sierra norte de Oaxaca. *Entomología Mexicana*, 12 (1): 605-610.
- Álvarez-García, H., J., Servín y J., Sánchez- Robles. 2017. Mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) del Parque Nacional Sierra de Órganos, Zacatecas, México. *Entomología mexicana*. Zacatecas, México. 4: 491-498.
- Anderson, R. S. y J. S. Ashe. 2000. Leaf litter inhabiting beetles as surrogates for establishing priorities for conservation of selected tropical montane cloud forests in Honduras, Central America (Coleoptera: Staphylinidae, Curculionidae). *Biodiversity and Conservation*. (9): 617-653.
- Andrade-Correa., M., G.1998. Utilización de las mariposas como bioindicadores del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 22 (84): 407-421.
- Andrade-Correa, M. G. 2002. Biodiversidad de las mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) de Colombia. Pp. 153-172. En: C., Costa, S. A. Vanin, J. M. Lobo y A. Melic (eds.). Proyecto de Red Iberoamericana de biogeografía y entomología sistemática PriBES, II. Monografías Tercer Milenio. Vol. 2. Zaragoza: SEA.
- Beccaloni, G., W y K., J., Gaston.1995. Predicting the species richness of neotropica forest butterflies– Ithomiinae (Lepidoptera, Nymphalidae) as indicators. *Biological Conservation* 71, 77–86.
- Begon, M., C., R., Townsend & J., L., Harper. 2006. Ecology, from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing, Fourth Edition. Oxford, UK. 484-485.
- Bisuet-Flores, Y., A., Luis-Martínez, y J., Llorente-Bousquets. 2001. Mariposas del Parque Nacional El Chico, Hidalgo y sus relaciones biogeográficas con cinco zonas aledañas al Valle de México, México. *Revista de Lepidopterología*. 29 (114): 145-159.
- Brown, K.S., 1997. Diversity, disturbance and sustainable use of Neotropical forests: insects a indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation*. 1, 25–42.
- Bubb, P., I. May, L. Miles y J. Sayer. 2004. Cloud Forest Agenda. UNEP-WCMC, Cambridge. 32 p.
- Canseco-Márquez, L., F. Mendoza-Quijano y M.G. Gutiérrez-Mayén. 2004. Análisis de la distribución de la herpetofauna. En: Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. I. Luna, J.J. Morrones y D. Espinosa (Eds.).UNAM, CONABIO, México. 417-437p.
- Cardoso, P., E. y W., W., Benson. 2012. Influence of previous residency and body mass in the territorial contests of the butterfly *Hermeuptychia fallax* (Lepidoptera: Satyrinae). *Japan Ethological Society and Springer*. 30: 61-68.

- Cavelier J. y G., Vargas.2002. Procesos hidrológicos. En: Guariguata M.R. y Catan G.H. Eds. Ecología y conservación de bosques neotropicales, pp. 145–165, LUR, Cartago, Costa Rica.
- Challenger, A. 1998a. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro. CONABIO-Instituto de Biología, UNAM-Agrupación Sierra Madre, México: 108 Pp.
- Challenger, A. 1998b. La zona ecológica templada húmeda (el bosque mesófilo de montaña). En: Utilización y conservación de ecosistemas terrestres en México, Pasado, presente y futuro. CONABIO- Instituto de Biología, UNAM. México. 443-518p.
- Ciesla, M., W. 2011. Forest entomology a global perspective. Ed. Wiley-Blackwell, Editors John Wiley & Sons. Uk: Oxford. 15-30p.
- Delgado, L y J., Márquez. 2006. Estado del conocimiento y conservación de los coleópteros Scarabaeoidea (Insecta) del Estado de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 22(2): 57-108.
- Díaz-Batres, M. E. 1991. Estudio ecológico de los lepidópteros Hesperioidea de la Reserva de la Biosfera“La Michilía”, Durango, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 81: 325–333.
- Domínguez-Romo, J., E., J.,D., Bejarano-Cárdenas, J.,A., Arvall-Acosta, E., M., Lízarraga-Carillo, M., Bucio-Pacheco y M., A., González-Bernal. 2016. Diversidad de mariposas diurnas, en la Reserva Ecológica El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria Mundo Natural, Cosala, Sinaloa. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología*. 2: 51–56.
- Drummond, B. A. 1976. Comparative ecology and mimetic relationships of ithomiine butterflies in eastern Ecuador. PhD thesis, University of Florida.
- Ehrlich, R., P., & A. H. Ehrlich. 1961. How to know the butterflies. WM.C. Brown Company Publishers. U.S.A. 280 Pp.
- Erelli, M.C., M.P. Ayres., G.K. Eaton.1998. Altitudinal patterns in host suitability for forest insects. *Oecology*. 117: 133-142p.
- Escoto-Moreno, J.,A., J., Márquez, y R., Novelo-Gutiérrez. 2014. Los odonatos (Insecta:Odonata) del estado de Hidalgo, México: situación actual y perspectivas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 1043-1053.
- Flores-Villela, O. 1998. Herpetofauna de México: distribución y endemismos. En: T. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 251-278 pp.
- Flores-Villela, O.A. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. Conabio, UNAM, Ciudad de México.
- Flores-Villela, O. y M.I. Goyenechea. 2000. Patrones de distribución de anfibios y reptiles en México. En: J. J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (Eds.). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 307 p.

- García de Miranda, E. y Falcón de Gyves Z. 1984. Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana. 6ª edición, Ed. Porrúa, Ciudad de México. 113 Pp.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. *Serie libros*, núm. 6. 90 Pp.
- García-Ríos, J., V., I., Ramos-Pérez y L., Mendoza-Cuenca. 2013. Diversidad de lepidópteros asociados a encinares. *Biológicas*.1: 8-17p.
- Glassberg, J. 2007. A Swift guide to the butterflies of Mexico and Central America. Ed. Sunstreak Book Inc. China. 266pp.
- Gobierno del estado de Hidalgo. 2011. Enciclopedia de los municipios de Hidalgo. Secretaría de planeación, desarrollo regional y metropolitano. Obtenido el 29 de septiembre de 2016 de: <http://inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM13hidalgo/index.html>.
- González-Valdivia, N., S., Ochoa-Gaona, C., Pozo, B.,G.,Ferguson, L.,J., Rangel-Ruiz, S., L., Arriaga-Weiss, A., Ponce-Mendoza y C., Kampichler. 2011. Indicadores ecológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical: perspectiva multitaxonómica. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 1433-1451.
- González-Valdivia, N., A., C., Pozo, S., Ochoa-Gaona, B., Gordon-Ferguson, E., Cambranis, O., Lara, I., Pérez-Hernández, A., Ponce-Mendoza, C., Kampichler. 2016. Nymphalidae frugívoras (Lepidoptera: Papilionoidea) asociadas a un ecosistema agropecuario y de bosque tropical lluvioso en un paisaje del sureste de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. México. 87: 451-458
- Granados-Sánchez, D.,G.,F, López-Ríos, G.,F. y J.,L Gama-Flores. 2001. Interacciones ecológicas de las plantas. Universidad autónoma de chapingo. Texcoco, México. 114-130p
- Grimaldi, D., y M., S., Engel. 2005. Evolution of the insects. *Cambridge University Press*. Estados Unidos. 755 pp.
- Google Maps 2018. Ubicación de Santa Mónica, Hidalgo. Consultado el 21 de marzo de 2018 de: <https://www.google.com.mx/maps/@20.4601803,-98.7139283,1504m/data=!3m1!1e3>
- Halffter, G. 2006. Biogeografía de la entomofauna de montaña de México y América Central, PP. 1-21 EN: Morrone, J.,J. y J. Llorente Bousquets (Eds.), Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana, Las prensas de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Hammer, O. 2013. Past 3.x The past of the future. Obtenido el 3 de septiembre de 2017 de: <https://folk.uio.no/ohammer/past/>.
- Hammond A., A. Adriaanse, E. Rodenburg, D. Bryant & R. Woodward. 1995. Environmental indicators: A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development. World Resources Institute. First Edition. Nueva York. U.S.A. 41 pp.
- Harris, L., D. 1984. The fragmented forest. Island Biogeography theory and the preservation of biotic diversity. *The university Chicago Press*. E.U.A: Chicago. 409-420p.

- Hernández, B., J., M., Maes, C., A., Harvey, S., Vílchez, A., Medina y D., Sánchez. 2003. Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agroforestería de las Américas*. Vol. 10. 39-49.
- Hernández-Mejía, C., J., Llorente-Bousquets, I., Vargas-Hernández, A., Luis-Martínez. 2008. Las mariposas (Hesperioidea y Papilionoidea) de Malinalco, Estado de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 79: 117- 130.
- Hill, J.K.,K.C. Hamer.,M.M. Dawood., J. Tangah., D. Dawood.2001. Ecology of tropical butterflies in rainforest gaps. *Oecologia*. 128: 294-302p.
- INEGI, 2010. Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tianguistengo, Hidalgo, clave geoestadística 13068. Consultado el 18 de Agosto del 2016 de: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx>
- Ibarra-Núñez, G., J., Maya-Morales y D., Chamé-Vazquez. 2011. Las arañas del Bosque Mesófilo de Montaña de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82: 1183-1193.
- Krebs, C. 1999. Ecological methodology. 2nd Edition. Ed. Adison Wesley. Educational Publisheres, Londres. UK. 593pp.
- Kremen, C., R.,K., Colwell, T., L., Erwin, D., D., Murphy, R., F., Moss y M., A., Sanjayan. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: Their use in conservation planning. *Conservation Biology*. (7): 706-808p.
- Kremen, C., y T., Ricketts. 2000. Global perspectives on pollination disruptions. *Conservation Biology*. 14: 1226-8.
- Lamas, G. 1981. La fauna de mariposas de la Reserva de Tambopata, Madre de Dios, Perú. (Lepidoptera, Papilionoidea y Hesperioidea). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología* 6:23-40p.
- Lamas, G. 2008. La sistemática sobre mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) en el mundo: estado actual y perspectivas futuras. Pp. 57–70. In: J. B. Llorente y A. Lanteri. (Eds.). Contribuciones taxonómicas en órdenes de insectos hiperdiversos. *Las Prensas de Ciencias*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Llorente, B.,J. 1985. Las razas geográficas de *Pereute charops* (Boisduval, 1836) con la descripción de una nueva subespecie (Lepidoptera.Pieridae). Instituto de Biología UNAM. *Serie Zoológica* (1): 245-258.
- Llorente, B. J., A. M. Luis, L. F. Vargas y J. M. Soberon. 1996. Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera). *En: Biodiversidad, Taxonómica y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Eds. Llorente B. J., García A.A. N. y González S. E. Instituto de Biología, UNAM. 531-548 p.

- Llorente-Bousquets, J., E., L., Oñate-Ocañas, A., Luis-Martínez y I., Vargas-Fernández. 2010. Papilionidae y Pieridae de México: Distribución geográfica e ilustración. Facultad de Ciencias, UNAM y CONABIO. 227 Pp.
- Llorente, B. J., I. Vargas, A. Luis, M. Trujano, B. C. Hernández y A. D. Warren. 2014. Biodiversidad de Lepidoptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 353-371.
- Luis, A. M. y J. B. Llorente. 1990. Mariposas en el Valle de México: Introducción e historia. 1. Distribución local y estacional de los Papilionoidea de la cañada de los Dínamos, Magdalena Contreras, D. F., México. *Folia Entomológica Mexicana*, 78: 95-198.
- Luis M. A., Llorente B. J., Vargas F. I. y Gutiérrez A. L. 2000. Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES: Síntesis preliminar del conocimiento de los Papilionoidea (Lepidoptera: Insecta) de México. *Monografía tercer milenio. Zaragoza*. 1: 275-285.
- Luis-Martínez, A., J., E., Llorente-Bousquets y I., Vargas-Fernández. 2003. Nymphalidae de México I (Danainae, Apaturinae, Biblidinae, Heliconiinae): Distribución geográfica e ilustración. Facultad de Ciencias, UNAM y CONABIO. 249 Pp.
- Luna-Reyes, M. y J., Llorente-Bousquets. 2004. Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera) de la Sierra Nevada, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 20: (2). 79-102p.
- Luna-Reyes, M., A., Luis-Martínez, I., Vargas-Fernández y J., Llorente-Bousquets. 2012. Mariposas del estado de Morelos, México (Lepidoptera: Papilionoidea). *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(3), 623-666.
- Meléndez, E., J. 2015. Diversidad y distribución de las mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionidae y Hesperioidea) en el cerro bufa el diente, Municipio de San Carlos, Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura de Biología. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Ciudad Victoria, México. 338pp.
- Meléndez-Jaramillo, E., C., M., Cantú-Ayala, A., E., Estrada-Castillón, J., I., Uvalle-Sauceda, J., García-Jiménez y U., Sánchez-Reyes. 2017. Mariposas diurnas (Rhopalocera: Papilionidae y Pieridae) en una selva baja espinosa caducifolia de condición primaria y secundaria en Victoria, Tamaulipas, México. *Entomología mexicana*. 4: 428-434.
- Morrone, J., J. y Llorente Bousquets. 2006. Componentes bióticos principales de la entomofauna Mexicana volumen II. Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 945-986p.
- Murdoch, W.W., F.C. Evans & C.H. Peterson. 1972. Diversity and pattern in plants and insects. *Ecology*. 53: 819-829p.
- Nájera-Moyotl, S., J. H., Quiroz-Soberanes, L., E., Solís-Heredia y F. Villegas-Ramírez. 2015. Diversidad y abundancia de mariposas (Rhopalocera: Lepidoptera) en dos temporadas en el municipio de Atlixco, Puebla. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología*. Número especial 1: 58-63.

- Noss R, Quigley H, Hornocker M, Merrill T, Paquet P .1996. Conservation Biology and Carnivore Conservation in the Rocky Mountains. *Cons. Biol.* 10: 949-963.
- Oñate-Ocañas, L., J.,J., Morrone y J., E., Llorente-Bousquets. 2000. Una evaluación del conocimiento y de la distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas(Insecta: Lepidoptera) *Acta Zoológica Mexicana. (n.s)* 81:117-132p.
- Ospina-López, L., A., M.G., Andrade-C, y G., Reynoso-Florez. 2015. Diversidad de mariposas y su relación con el paisaje en la cuenca del río Lagunillas, Tolima, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y naturales.* 39 (153): 455-474.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia,* 31(8), 583-590.
- Primer-E. 2017. Technical support. Obtenido el 3 de septiembre de 2017 de: <http://www.primer-e.com/support.htm>.
- Rabb, R., L. 1984. Ecological entomology. John Wiley & Sons. Nueva York, Estados Unidos de América. 847 pp.
- Raguso, R., A. 1990. The Butterflies (Lepidoptera) of the Tuxtlas Mts., Veracruz, Mexico, Revisited: Species-Richness and Habitat Disturbance. *Journal of Research on the Lepidoptera.* 29 (1-2): 105-133.
- Ramos, G y R. Dirzo. 2014. El bosque mesófilo de montaña: un ecosistema prioritario amenazado. En Vargas, L. E. Bosques mesófilos de montaña en México. Diversidad, ecología y manejo. CONABIO. México. 109-137p.
- Reyes, P. R y J. P, Torres-Flores. 2009. Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de condrictios de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake. *Revista de biología marina y oceanografía,* 44(1), 243-251.
- Rico-G., A, J., P, Beltrán, A, D, Álvarez y E., D., Flórez. 2005. Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, pacífico colombiano. *Biota Neotropica,* 5(1a), 99-110.
- Rodríguez, K., F., Paz, y R., H., Bastardo. 2014. Diversidad y patrones de distribución de las mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) en un transecto altitudinal del Parque Nacional Sierra Martín García, República Dominicana. *Novitates Caribaea.* 7: 72-82.
- Rydon, A. 1964. Notes on the use of butterflies traps in East Africa. *Journal of Lepidopterists Sociology.* 18 (1): 51-58.
- Rzedowski J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35:25-44.
- Samways, M., J. 2005. Insect diversity conservation. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido. 199-200 p

- Sánchez-Soto., S. 2002. Listado preliminary de mariposas diurnas (Lepidoptera:Rophalocera) del Parque Ecológico de La Chontalpa, Tabasco, México. *Revista Entomotrópica*, Boletín de Entomología Venezolana. Vol. 17 (1): 111-113,
- Schulze, C., M., Waltert, P., Kessler, R., Pitopang, G., Shahabuddin & D., Veddeler. 2004. Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: comparing plants, birds, and insects. *Ecological Applications*, 15:1321–1333..
- Scopus. Scopus Preview. 2013. Consultado el 18 de septiembre de 2017 de:
<http://www.scopus.com>
- SEMARNAT. 2011. Indicadores ambientales. Consultado el 6 de noviembre de 2016 de:
http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores_2011/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual.html
- Shapiro, M., A. 1974. The butterfly fauna of the Sacramento Valley, California. *Journal of the Lepidopterists' Society*. 13:73-82p.
- Tobar, L., D., E. y M., Ibrahim. 2009. ¿Las cercas vivas ayudan a la conservación de la diversidad de mariposas en paisajes agropecuarios? *Revista Biológica Tropical*. Vol. 58 (1): 447-463.
- Tyler, H., K. S. Jr. Brown, and K. Wilson. 1994. Swallowtail butterflies of the Americas: a study in biological dynamics ecological diversity, biosystematics and conservation. *Scientific Publishers*. Florida: Gainesville. U.S.A. 376.
- Uehara-Prado, M., A y V., L., Freitas .2009. The effect of rainforest fragmentation on species diversity and mimicry ring composition of ithomiine butterflies. *Insect Conservation and Diversity*. 2, 23–28.
- Vargas-Fernández, I., J., E., Llorente-Bousquets, A., Luis-Martínez, C., Pozo. 2008. Nymphalidae de México II (Libytheinae, Ithomiinae, Morphinae y Charaxinae): Distribución geográfica e ilustración. Facultad de Ciencias, UNAM y CONABIO. 225 Pp.
- Vargas-Fernández, I., J., E., Llorente-Bousquets y A., Luis-Martínez. 2016. Adiciones a la serie Papilionoidea de México: Distribución geográfica e ilustración. Facultad de Ciencias, UNAM y CONABIO. 119 Pp.
- Warren, A., D. 1999. Papilionidae y Pieridae de México: Distribución geográfica e ilustración, por Jorge E. Llorente-Bousquets, Leonor Oñate Ocaña, Armando Luis-Martínez e Isabel Vargas-Fernández. 1997. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 52 (3): 342-343.
- Warren, A. D., K. J. Davis, E. M. Stangeland, J. P. Pelham, K. R. Willmott & N. V. Grishin. 2016. Illustrated Lists of American Butterflies. Consultado el 15 de octubre de 2016 de <http://www.butterfliesofamerica.com/>
- Web of knowledge. 2013. Web Of Sciencie. Obtenido el 18 de septiembre de 2017 de:
www.webofknowledge.com
- Zhang, Z. Q. 2011. Phylum Arthropoda von Siebold, 1848. *En*: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148:91-103.

ANEXOS

Estacionalidad

Anexo 1. Estacionalidad de Mariposas diurnas de Santa Mónica, Hidalgo de Octubre de 2016 a Julio de 2017. Mostrando presencia única en un mes (Morado), presencia en seis o más meses (Amarillo) presencia (*).

FAMILIAS	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
Familia Hesperiiidae												
Pyrginae												
<i>Erynnis tristis tristis</i> (Boisduval,1852)	*										*	
<i>Achlyodes pallida</i> (R.felder, 1869)	*										*	
<i>Pyrgus communis</i> (Grote, 1872)	*						*		*	*	*	*
Eudaminae												
<i>Urbanos teleus</i> (Hübner, 1821)	*			*							*	
<i>Autochton cincta</i> (Plötz, 1882)	*											
Hesperiinae												
<i>Ancyloxypha arene</i> (W.H Edwards, [1871])											*	*
<i>Poanes melane vitellina</i> (Herrich-Schaffer,1869)					*	*		*				
Familia Papilionidae												
Papilioninae												
<i>Pyrrhosticta abderus</i> (Hopffer, 1856)		*										
Familia Pieridae												
Coliadinae												
<i>Anteos clorinde</i> (Godart, [1824])			*							*		
<i>Anteos maerula</i> (Fabricius, 1775)	*						*					
<i>Phoebis philea philea</i> (Linnaeus, 1763)		*								*		
<i>Phoebis sennae alba marcellina</i> (Cramer, 1777)		*										
<i>Abaeis nicippe</i> (Cramer, 1779)											*	
<i>Pyrisitia proterpia</i> (Fabricius, 1775)	*			*							*	
<i>Eurema दौरा eugenia</i> (Wallengren, 1860)				*								
<i>Eurema salome jamapa</i> (Reakirt, 1866)	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*
<i>Nathalis iole</i> Boisduval,1836										*	*	*
Pierinae												
<i>Catantix flisa flisa</i>	*	*	*	*		*	*					
<i>Catantix nimbe nimbe</i> (Boisduval, 1836)	*			*		*	*					
<i>Pereute charops charops</i> (Boisduval, 1836)		*	*	*			*					
<i>Leptophobia arifa elodia</i> (Boisduval, 1836)			*	*					*	*		

CONTINUACIÓN CUADRO 1.				
Familia Lycaenidae				
Theclinae				
<i>Panhiadis bathildis</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)				*
Polyommatainae				
<i>Leptotes cassius cassius</i> (Boisduval, 1870)				*
<i>Echinargus isola</i> (Reakirt, [1867])			*	
<i>Celastrina argiolus gozora</i> (Boisduval, 1870)				*
Familia Riodinidae				
Riodininae				
<i>Calephelis perditalis perditalis</i> W. Barnes & McDunnough, 1918	*			* * *
Familia Nymphalidae				
Danainae				
<i>Anethia thirza thirza</i> Geyer, [1833]			*	*
<i>Danaus gilippus thersippus</i> (H.W Bates, 1863)			*	
<i>Danaus plexippus</i> (Linnaeus, 1758)		*		
Ithomiinae				
<i>Dircenna klugii klugii</i> (Geyer, 1837)			*	*
<i>Pteronymia artena artena</i> (Hewitson, [1855])	*	*	*	*
<i>Greta anette anette</i> (Guérin-Méneville, [1844])			*	*
Satyrinae				
<i>Cyllopsis hilaria</i> (Godman, 1901)				*
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1774)	*	*	*	* * *
Charaxine				
<i>Anaea troglodita aidea</i> (Guérin-Méneville), [1844])				*
<i>Archaeoprepona phaedra aelia</i> (Godman & Salvin, 1884)				*
Apaturinae				
<i>Doxocopa laurentia cherubina</i> (C.Felder & R. Felder, 1867)	*	*		
<i>Doxocopa pavon theodora</i> (Lucas, 1857)	*			
Biblidinae				
<i>Marpesia chiron marius</i> (Cramer, 1779)	*			
<i>Eunica tatila tatila</i> (Godart, 1819)				*
<i>Diaethria anna anna</i> (Guérin-Méneville, [1844])		*		

CONTINUACIÓN CUADRO 1.

	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
<i>Cyclogramma pandama</i> Doubleday, [1848]	*						*			*
Nymphalinae										
<i>Smyrna blomfieldia datis</i> Fruhstorter, 1908	*	*								
<i>Smyrna karwinskii</i>	*	*	*							
<i>Hypanarthis lethe</i> (Fabricius, 1793)			*	*		*				
<i>Hypanarthis trimaculata autumnata</i> Willmott, J. Hall & Lamas, 2001					*		*			
<i>Polygonia g-argenteum</i> (E. Doubleday, 1848)	*						*			
<i>Vanessa annabella</i> (W.D Field, 1971)			*							
<i>Vanessa atalanta rubria</i> (Fruhstorter, 1909)		*					*			
<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)							*			
<i>Vanessa virginiensis</i>	*	*				*				
<i>Junonia coenia coenia</i> Hübner, [1822]							*			
<i>Chlosyne ehrenbergii</i> (Geyer, [1833])	*						*			
<i>Anthanassa texana texana</i> (W.H Edwards, 1863)						*	*			
<i>Eresia phillyra phillyra</i> Hewtson, 1852							*			
<i>Tegosa anieta cluvia</i> (Godman & Salvin, 1882)						*				
Heliconiinae										
<i>Dione moneta poeyii</i> Butler, 1873				*			*			
<i>Dryas iulia</i> (Fabricius, 1775)	*									
<i>Euedes isabella</i> (Stoll, 1781)	*									

Presencia y ausencia

Anexo 2. Presencia/Ausencia y abundancia de las Mariposas diurnas de Santa Mónica, Hidalgo de Octubre de 2016 a Julio 2017. Abundancia: Muy rara (**MR**) 1; Rara(**R**) 2-5; Común (**C**) 6-16; Muy común (**MC**) 17 ó más.

FAMILIAS	Carretera	Pueblo	Ojo de agua	Pasillo	Cultivo	Total Org.	Abundancia
Familia HesperIIDae							
Pyrginae							
<i>Erynnis tristis tristis</i> (Boisduval,1852)	*		*			2	R
<i>Achlyodes pallida</i> (R.felder, 1869)			*	*		2	R
<i>Pyrgus communis</i> (Grote, 1872)	*	*	*	*	*	8	C
Eudaminae							
<i>Urbanos teleus</i> (Hübner, 1821)		*		*		2	R
<i>Autochton cincta</i> (Plötz, 1882)					*	1	MR
Hesperiiinae							
<i>Ancyloxypha arene</i> (W.H Edwards, [1871])		*			*	2	R
<i>Poanes melane vitelina</i> (Herrich-Schaffer,1869)			*			1	MR
						TOTAL	
						20	
Familia Papilionidae							
Papilioninae							
<i>Pyrrhosticta abderus</i> (Hopffer, 1856)		*				1	MR
						TOTAL	
						1	
Familia Pieridae							
Coliadinae							
<i>Anteos clorinde</i> (Godart, [1824])			*	*		2	R
<i>Anteos maerula</i> (Fabricius, 1775)			*	*		3	R
<i>Phoebis philea philea</i> (Linnaeus, 1763)				*	*	2	R
<i>Phoebis sennae alba marcellina</i> (Cramer, 1777)					*	1	MR
<i>Abaeis nicippe</i> (Cramer, 1779)			*			1	MR
<i>Pyrisitia proterpia</i> (Fabricius, 1775)				*	*	3	C
<i>Eurema दौरa eugenia</i> (Wallengren, 1860)			*	*		2	MR
<i>Eurema salome jamapa</i> (Reakirt, 1866)	*	*	*	*	*	38	MC
<i>Nathalis iole</i> Boisduval,1836	*	*		*		5	C
Pierinae							
<i>Catantix flisa flisa</i> (Herrich-Schaffer, [1858])	*	*	*	*		32	MC
<i>Catantix nimbice nimbice</i> (Boisduval, 1836)	*	*	*	*	*	17	MC

Continuación Anexo 2.						
<i>Pereute charops charops</i> (Boisduval, 1836)	*	*	*	*	*	24 MC
<i>Leptophobia aripa elodia</i> (Boisduval, 1836)		*	*			8 C
TOTAL						138
Familia Lycaenidae						
Theclinae						
<i>Panthiadis bathildis</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)					*	1 MR
Polyommatainae						
<i>Leptotes cassius cassius</i> (Boisduval, 1870)					*	1 MR
<i>Echinargus isola</i> (Reakirt, [1867])	*				*	2 R
<i>Celastrina argiolus gozora</i> (Boisduval, 1870)	*					1 MR
TOTAL 5						
Familia Riodinidae						
Riodininae						
<i>Calephelis perditalis perditalis</i> (W. Barnes & McDunnough, 1918)	*		*		*	6 R
TOTAL 6						
Familia Nymphalidae						
Danainae						
<i>Anethia thirza thirza</i> Geyer, [1833]	*		*		*	3 R
<i>Danaus gilippus thersippus</i> (H.W Bates, 1863)		*				1 MR
<i>Danaus plexippus</i> (Linnaeus, 1758)					*	1 MR
Ithomiinae						
<i>Dircenna klugii klugii</i> (Geyer, 1837)	*	*	*			4 R
<i>Pteronymia artena artena</i> (Hewitson, [1855])		*	*	*		26 MC
<i>Greta anette anette</i> (Guérin-Méneville, [1844])				*	*	2 R
Satyrinae						
<i>Cyllopsis hilaria</i> (Godman, 1901)	*		*		*	6 R
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1774)	*	*	*	*	*	26 MC
Charaxine						
<i>Anaea troglodyta aidea</i> (Guérin-Méneville, [1844])					*	1 MR
<i>Archaeoprepona phaedra aelia</i> (Godman & Salvin, 1884)	*					1 MR
Biblidinae						
<i>Marpesia chiron marius</i> (Cramer, 1779)				*		2 R
<i>Eunica tatita tatila</i> (Godart, 1819)				*		1 MR
<i>Diaethria anna anna</i> (Guérin-Méneville, [1844])				*		1 R

Continuación Anexo 2.						
<i>Cyclogramma pandama</i> Doubleday, [1848]				*	*	2 R
Apaturinae						
<i>Doxocopa laurentia cherubina</i> (C.Felder & R. Felder, 1867)				*	*	2 R
<i>Doxocopa pavon theodora</i> (Lucas, 1857)				*		1 MR
Nymphalinae						
<i>Smyrna blomfildia datis</i> Fruhstorfer, 1908	*	*	*	*	*	16 C
<i>Smyrna karwinskii</i> Geyer,[1833]	*		*		*	5 C
<i>Hypanarthis lethe</i> (Fabricius, 1793)		*	*	*		4 R
<i>Hypanarthis trimaculata autumnata</i> Willmott, J. Hall & Lamas, 2001	*			*		2 R
<i>Polygonia g-argenteum</i> (E. Doubleday, 1848)				*		4 R
<i>Vanessa annabella</i> (W.D Field, 1971)		*				1 R
<i>Vanessa atalanta rubria</i> (Fruhstorfer, 1909)				*	*	2 R
<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)		*				1 R
<i>Vanessa virginiensis</i> (Drury,1773)	*		*			3 R
<i>Junonia coenia coenia</i> Hübner, [1822]				*		1 MR
<i>Chlosyne ehrenbergii</i> (Geyer, [1833])	*	*	*		*	5 C
<i>Anthanassa texana texana</i> (W.H Edwards, 1863)	*	*	*		*	4 R
<i>Eresia phillyra phillyra</i> Hewtson, 1858				*		1 MR
<i>Tegosa anieta cluvia</i> (Hewitson, 1864)			*			1 MR
Heliconiinae						
<i>Dione moneta peyii</i> Butler, 1873	*	*	*	*	*	11 C
<i>Dryas iulia</i> (Fabricius, 1775)				*		1 MR
<i>Euedes isabella</i> (Stoll, 1781)			*			1 MR
						TOTAL
						133