



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Estudio faunístico de los lepidópteros diurnos del Parque
Ecológico Ehécatl en la Sierra de Guadalupe Ecatepec, Estado
de México.**

Tesis que para obtener el título de

BIÓLOGO

PRESENTA

MARCO ANTONIO VELÁZQUEZ FLORES

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. Sergio G. Stanford Camargo

Los Reyes Iztacala, Estado de México.

Mayo 2014





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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

Con gran cariño para mis padres Leonor Flores Laguna y Marco Antonio Velázquez Muñoz, por su ayuda en mi formación como persona, su apoyo, amor, paciencia y ánimo a lo largo de esta vida así como en mi camino a través de esta hermosa carrera llamada Biología.

A Víctor Hugo Velázquez Flores, por que afortunadamente somos hermanos y que a lo largo de tantos años compartidos nos conocemos y apoyamos, te quiero y espero logres todas tus metas ya que estamos destinados a ser algo más que solo polvo.

Este trabajo es con especial amor a la naturaleza y a los sistemas dinámicos que intervienen en la formación de la misma, siendo así, fuente de vida y un libro abierto e inigualable de conocimientos para todo aquel que decida empapar sus pupilas de un mundo extraordinario.



Agradecimientos

A todos los profesores que me han impulsado a salir adelante y que mediante sus conocimientos y experiencias de vida me dieron armas para defender esta mi piel azul y oro, en especial a: Ana Lilia, Marcela, Tejero, Diodoro, Sergio Gerardo y Arnulfo, principal fuente de mi inspiración y formación académica.

Especial agradecimiento a mi asesor de tesis el M. en C. Sergio Gerardo Stanford Camargo que con su tiempo, ayuda y consejos fue posible el nacimiento de esta tesis de la cual me siento muy orgulloso.

A la Biól. Marcela Patricia Ibarra González con la cual estoy infinitamente agradecido de haberme transmitido todos sus conocimientos no solo entomológicos sino biológicos, permitiéndome debatir y discutir temas no establecidos, abriéndome un panorama más amplio de lo que se puede realizar si no atamos nuestra mente, imaginación y conocimientos a las páginas de lo que ya está escrito.

A la Biól. María Eugenia Díaz Batres, por haberme dado la inigualable oportunidad de conocer la colección de mariposas del Museo de Historia Natural de la Ciudad de México, por su tiempo, disponibilidad y ayuda en la corroboración de las especies de mariposas (Lycaenidae y Hesperidae).

Al Biól. Alberto Morales Moreno, parte del jurado, por la ayuda brindada durante la revisión de este proyecto.

A los Drs. Raymundo Montoya Ayala y Esteban Jiménez Sánchez, parte del jurado por su apoyo en la revisión y enriquecimiento de este trabajo.

Al Biól. Luis Enrique Páez Gerardo, por su apoyo y ayuda durante mi estancia en el jardín de mariposas como parte de mi servicio social así como por su amistad brindada.

A mis amigos entomólogos Ricardo, Daniel e Ismael, con los cuales compartí muchas risas así como una pasión por esta área de la biología.

Al Biól. Gerardo Ricardo Medina Ortiz amigo y compañero de campo, con el cual tuve la suerte de recorrer la Sierra de Guadalupe, durante todo un año, en el cual tuvimos la fortuna de sorprendernos y maravillamos al conocer poco a poco los secretos develados por este relicto natural.

A mis amigos y compañeros de carrera con los cuales viví experiencias y momentos inigualables en este capítulo de mi ciclo biológico.

A mis amigas bonitas y a las que quiero con el corazón: Gabriela, Anel, Ximena, Jael, Karla, Marisol, Alin, Jesica, Berenice, Pilar, Karla, Itzel, Adriana, Carilú, Darla, Monserrat, Jazmín y Laura.

A mis compadres del alma: **Uriel, Horacio, Frank y David**, porque a su lado mis pies se posaron en lugares remotos, intransitados, bonitos y peligrosos, esto siempre conscientes de que el siguiente paso siempre será el que nos lleve a la cima amigos.



Contenido

Introducción	1
Antecedentes	16
Objetivo General	19
Objetivo particulares.....	19
Área de estudio	20
Sierra de Guadalupe.....	22
Parque Ecológico Ehécatl.....	24
Geología.....	26
Topografía.....	26
Suelo.....	26
Edafología.....	27
Hidrología.....	27
Vegetación.....	28
Fauna.....	29
Materiales y Método	32
Trabajo de campo.....	32
Trabajo de laboratorio.....	32
Resultados y Discusión	35
Listado de especies de lepidópteros	35
Riqueza	43
Riqueza específica por familias.....	44
Abundancia Relativa	47
Abundancia relativa por familias.....	50
Abundancia relativa por géneros.....	52
Relación lepidópteros-precipitación	60
Fenología	62
Fenología por familia.....	62
Fenología por especie.....	69
Esfuerzo de captura	73
Conclusiones	73
Literatura citada	75

Resumen

México presenta una diversidad biológica elevada producto de las variaciones en topografía y clima. El interés por conocer esta biodiversidad ha llevado a que se desarrollen diferentes estudios faunísticos, describiéndose dentro de ellos un sinnúmero de organismos como los insectos y en este caso las mariposas que juegan un papel vital dentro de los ecosistemas. El presente estudio faunístico brindó un listado de especies de lepidópteros que permitió estimar tanto la riqueza específica como la abundancia relativa así como evaluar el esfuerzo de captura y la fenología de especies, todo esto mediante el análisis de una base de datos. La investigación se realizó en la Sierra de Guadalupe dentro del Parque Ecológico Ehécatl, Ecatepec, Estado de México en 3 sitios de muestreo, caracterizados por ser aledaños a cuerpos artificiales de agua y con la presencia de comunidades vegetales; se efectuaron dos recolecciones por mes durante un año, en cada punto se hicieron recorridos de 3 horas de duración, la recolección solo fue de imagos y se logró con ayuda de una red entomológica aérea. Cada ejemplar se colocó en una bolsa de papel glassine a la que se le anotaron los datos y se le introdujo en cianuro de potasio (KCN) para sacrificarlos; se pasaron a una cámara húmeda y posteriormente se montaron, para después identificarse a nivel de especie; de los 632 individuos recolectados se encontraron 6 familias, 50 géneros y 78 especies, noviembre fue el mes con una mayor riqueza donde se destacaron las familias Pieridae y Nymphalidae. La mayor abundancia relativa se dio durante el mes de noviembre siendo Nymphalidae la familia más abundante. De acuerdo al índice de Chao₂ se obtuvo el 95.76% de las posibles especies en la zona de estudio, por lo cual se consideró que el esfuerzo de captura fue el adecuado por estar cercano al 100%. Si bien la precipitación fue un factor importante en la fluctuación de mariposas, los meses con mayor presencia estuvieron fuera de este periodo. En cuanto a la fenología Pieridae y Nymphalidae fueron las dos familias con mayor aparición de especies a lo largo del año, favorecidas a partir del periodo de lluvias, las especies con mayor presencia fueron *Leptotes marina* (Reakirt, 1868), *Pterourus multicaudata* (W. F. Kirby, 1884), *Phyciodes texana* (Edwards, 1863), *Dione moneta* (Cramer, [1779]), *Eurema mexicana* (Boisduval, 1836), *Catantix nimbice* y *Colias (Zerene) cesonia* (Stoll, 1790).

Todos los datos obtenidos se procesaron y analizaron a través de una base de datos la cual fue integrada conjuntamente con los ejemplares montados a la colección de artrópodos de la FES Iztacala, UNAM.

Introducción

La alta diversidad biológica que México presenta es un producto combinado de las variaciones en topografía y clima así como de las zonas biogeográficas en las que se encuentra el país (Nearctica y Neotropical). Mezclándose unas con otras para crear un mosaico de condiciones ambientales y microambientales, a lo que se suma la compleja historia geológica del área, en particular en el sureste del país, en el Núcleo Centroamericano. Esta zona ya había sido identificada por Croizat como geológicamente compleja, ya que existe contacto entre más de dos biotas ancestrales dando origen a una zona biogeográfica compuesta (Flores y Gerez, 1994).

Tradicionalmente las áreas templadas y muy húmedas fueron poco accesibles y cuando se podían efectuar recolecciones, lo común era descubrir nuevas taxa, casi siempre endémicos o cuasiendémicos en áreas muy restringidas que ahora se llaman genéricamente Islas Submontanas o “Cloud Forest” (Llorente, 1983). Ante la creciente acumulación de estudios faunísticos sobre mariposas, se requieren inventarios completos de las regiones conocidas, que permitan descubrir su diversidad y analizar las áreas de mayor riqueza y endemismos. Asimismo, es preciso señalar aquellas áreas amenazadas y con gran biodiversidad o “hot spots”, inferir cambios de diversidad, hacer extrapolaciones sobre su distribución, potencial y predecir áreas de interés en estudios de diversidad (Llorente *et al.* 1993).

En nuestro país existen 300 áreas naturales protegidas (ANP), 166 de estas zonas han sido decretadas por el gobierno federal o estatal, el resto se establecieron por institutos de investigación, universidades o propuestas para su protección por alguna organización conservacionista no gubernamental. De las nueve categorías de manejo reconocidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en México se utilizan siete que agrupan áreas protegidas decretadas en función de los objetivos que cada una tiene: Reserva Natural Manejada, Refugios y Santuarios de Vida Terrestre; Paisajes Protegidos, Áreas de Recreación; Reserva de Recursos y Reservas de la Biosfera. Aunque la mayor parte de las áreas protegidas corresponde a Parques Nacionales, la categoría de Reservas de la Biosfera ocupa la mayor extensión

territorial y por lo tanto, la mayor superficie total protegida (Flores y Gerez *op. cit.*), por lo tanto, la Sierra de Guadalupe se convierte en una de las áreas naturales protegidas más importantes al ubicarse dentro de la zona metropolitana del Valle de México que además es un punto de transición biótica, siendo el área de México donde se solapan tres grandes conjuntos de biota y evolución (boreal, mesoamericano y austral) formando un complejo mosaico, imbricado en función de la histórica geológica de México, su accidentada fisiografía, los múltiples dominios climáticos y la latitud (Rzedowski, 2006).

El análisis de la riqueza faunística muestra que en México habita alrededor del 10% de los vertebrados del mundo y que las especies endémicas son numerosas, como en el caso de las aves (10%) y más de la mitad de la herpetofauna (Flores, Navarro y Benítez 1993; Arita y León 1993); por lo cual, se reconoce a México como un país de gran riqueza biológica y como uno de los siete países “megadiversos” del planeta (Mittermeier, 1988). Los insectos son el grupo dominante de animales sobre la Tierra hoy en día, estos superan con creces a todos los demás animales en número y prácticamente se encuentran en todas partes, cientos de miles de diferentes tipos se han descrito tres veces más que lo que existe en el reino Animalia, es por esto que se cree que el número total de insectos puede acercarse a los 30 millones, siendo muchos de ellos extremadamente valiosos para los seres humanos ya que la sociedad no podría existir en su forma actual sin ellos, debido a que realizan un sinnúmero de actividades benéficas como la polinización haciendo posible la producción de frutos de huerto, como las verduras, hortalizas y granos, por ejemplo las abejas nos proporcionan, cera, polen, miel, entre otros productos de valor comercial, a su vez sirven de alimento para muchos otros organismos como: aves, peces y otros animales benéficos, al mismo tiempo los insectos realizan servicios valiosos como carroñeros; ayudan a mantener a los animales y plantas nocivos bajo control, han sido útiles en la medicina y en la investigación científica por esto son considerados como organismos de interés por la gente en todos los ámbitos de la vida. Algunos de ellos son perjudiciales ya que causan pérdidas enormes cada año en cultivos agrícolas y en productos almacenados, otros más pueden transmitir enfermedades que afectan seriamente la salud de los seres humanos y los animales (Borrór *et al.*, 2004).

En México se presentan un sinúmero de insectos siendo los lepidópteros el tercer grupo más abundante y mejor representado en nuestro país, solo superado por los coleópteros y dípteros (Luis *et al.* 2000); por lo que el conocimiento de los insectos en México es muy antiguo y tiene una gran tradición desde la época prehispánica con los antiguos mexicanos quienes eran conocedores de su naturaleza; por lo tanto fueron capaces de reconocer y diferenciar e incluso hicieron observaciones de los insectos sociales, el ciclo biológico de ciertos lepidópteros, ortópteros y cóccidos, entre otros, además, de sus propiedades venenosas y sus costumbres; incluso Barrera (1955) llega a expresar el conocimiento de las culturas prehispánicas de la siguiente manera ...Quien tenga deseos de darse una ligera idea de la importancia que los artrópodos, insectos principalmente, tuvieron entre los antiguos habitantes de México, consulte el Códice Chimalpopoca en el que sabrá de Azcatl, la hormiga que reveló la existencia de maíz a Quetzalcóatl, quien después lo donara al pueblo; sumérjase en el maravilloso y místico mundo del Popol-Vuh y siga los pasos de los piojos portadores de nuevas, de los mosquitos “Xan” picadores del hombre, de las hormigas cortadoras de flores y de las luciérnagas, que son como las puntas de los cigarros de los señores de la noche; déjese llevar por las profecías del Chilam Balam y admire el hondo contenido social de frases tales como la que se refiere a que durante un tiempo serán gobernantes los Piques reducidos hematófagos chupadores extorsionadores de los pueblos, recorra las ruinas de antiguas ciudades, nuestros museos y admire las representaciones zoomórficas que tanto caracterizan el arte mexicano... son algunos de los mencionados sobre su importancia. En el arte también se expresó la representación de insectos, tal fue el caso de la llamadora (*Pterourus multicaudata*), que se relacionaba con la diosa Xochiquetzal, patrona de las artes agradables y personificación de la belleza (Beutelpacher, 1989), incluso en cantares populares como “El ave y la mariposa”.

Hoy en día gracias a los lenguajes de las etnias y los nombres de los poblados se conservan toponimias, que recuerdan la presencia o la abundancia de ciertas plantas o animales, entre los que principalmente se encuentran mariposas, hormigas y saltamontes. Tal es el caso de Papaloapan (río de las mariposas), Papalotepec (cerro

de las mariposas), Papalotla (lugar abundante en mariposas). Los idiomas maya, purépecha, totonaca y mexica poseen riquísimos vocabularios zoológicos que incluso indican el inicio del establecimiento de una sistemática popular que reunía infinidad de formas en grupos relativamente naturales (Barrera, 1955).

Después de la conquista hubo una pérdida brusca de la información y no fue hasta con las Reales Expediciones Científicas de la Nueva España cuando se dio un interés científico por las mariposas en México, al término del siglo XVIII y a principios del XIX, en la fase final de la vida colonial de América. Las primeras recolecciones, efectuadas a partir del siglo XIX, están asociadas con las vías de comunicación que unían los diferentes puertos o ciudades fronterizas con la capital de la república. Las rutas más famosas o citadas en varios trabajos faunísticos o revisiones genéricas, son las que iban del puerto de Veracruz a la Ciudad de México, pasando por Xalapa o Córdoba y la del puerto de Acapulco a la Ciudad de México, por Chilpancingo y Cuernavaca, lugares que cobraron importancia para éste y otros grupos taxonómicos, proceso que continuaron durante el siglo pasado (Luis *et al.* 1995). Una obra de este mismo siglo de gran importancia fue v. gr. *La Biología Centrali Americana*; durante el siglo XX el trabajo de muchas instituciones nacionales y extranjeras permitió un gran avance en el conocimiento del grupo. Entre las principales instituciones y sociedades se pueden citar; el Instituto de Biología de la UNAM (Carlos Hoffmann, Leonila Vázquez y Carlos Beutelspacher), la Sociedad Mexicana de Lepidopterología (Roberto de la Maza e hijos, Roberto y Javier), el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias UNAM (Jorge Llorente, Armando Luis e Isabel Vargas), el Museo de Historia Natural de la Ciudad de México (Ma. Eugenia Díaz Batres), la Sociedad de Lepidopterólogos con sede en los Estados Unidos, la Institución Smithsonian, los Museos de Carnegie, San Diego, Allyn y el Americano de Historia Natural en Nueva York están entre los más importantes por sus contribuciones al conocimiento de los ropalóceros de México en estos últimos 50 años, más de una veintena de investigadores extranjeros han destacado por sus trabajos, entre los principales están: Brown, Freeman y Miller México. Todas estas aportaciones se hicieron con el objetivo general de reconocer la gran diversidad que presenta el país y la meta particular de conocer la fauna de lepidópteros. A pesar de ello, en estos 200 años el conocimiento que se ha generado de las mariposas

mexicanas es muy heterogéneo, existiendo aun regiones por estudiar y pocas colecciones institucionales en proporción a la gran diversidad que existe en México (Luis *et al.*, 2000).

Es por esto que actualmente el resultado de los trabajos realizados sobre ropalóceros mexicanos ha permitido que a la fecha se reconozcan alrededor de 1,800 especies de mariposas diurnas, que se ubican en cinco familias, veinte subfamilias, cincuenta tribus, y casi quinientos géneros, contenidos en más de un centenar de monografías, revisiones y libros, además, de una docena de revisiones periódicas donde han aparecido cientos de descripciones morfológicas, hábitos, hábitats y distribución geográfica, se tiene documentado el conocimiento taxonómico, biogeográfico, etológico y ecológico de las mariposas de México, así se puede mencionar que nuestro país tiene un 10% de la fauna ropalocerológica mundial, eso significa que esta entre los diez países más diversos del mundo ya que posee grupos paleo y neoendémicos de gran interés, algunos son relictuales, sobre todo en las áreas xéricas de la mitad norte y occidental del país y en las comunidades de montaña en su mitad sur, mientras que la distribución de la riqueza guarda un patrón distinto al endemismo ya que las áreas más ricas se encuentran al sur y en sus vertices costeras, principalmente en los bosques tropicales perennifolios, caducifolios y húmedos de montaña, mientras que los endemismos son proporcionalmente mayores en su mitad norte o más antiguos, así las áreas geográficas más ricas en especies y endemismos son áreas con gran heterogeneidad fisiográfica, climática y vegetacional, en un mosaico de ambientes conservados y subalterados, *v. gr.* Los Tuxtlas, Veracruz, Chajul en la Selva Lacandona, Chiapas y la Sierra de Juárez en Oaxaca, alcanza cada una de ellas, más de un tercio de la diversidad ropalocerológica de México. En contraste, hay estados o provincias fisiográficas enteras como la Península de Baja California que poseen menos del 9% de la fauna de mariposas mexicanas (Luis *et al. op. cit.*).

Los lepidópteros (Fig. 1) (Lepidoptera, del griego, *lepis*, “escama” y *pteron*, “ala”) es un orden de insectos holometábolos que incluye a los ropalóceros, mejor conocidos como mariposas, que por lo general, tienen hábitos diurnos a diferencia de los heteróceros también conocidos como polillas, de hábitos crepusculares o nocturnos y solo algunos de vuelo diurno. Son insectos de tamaño muy variable, los imagos (adultos) poseen

dos pares de alas; en los organismos más primitivos son iguales o similares en cuanto a forma y venación (homoneuros) y diferentes en el resto (heteroneuros), éstas son membranosas así como altamente desarrolladas y con una venación transversal reducida, donde se puede observar la formación de una célula discoidal en el centro, de la cual parten la mayoría de las venas longitudinales, a su vez se encuentran revestidas por una densa capa de escamas y macrotricos demasiado modificados que dan la coloración a estos organismos. En los lepidópteros diurnos se ha observado que absorben las radiaciones solares, de este modo participan en la regulación de temperatura, además de formar vistosos dibujos que le sirven ya sea como camuflaje, mimetismo o bien para ahuyentar a sus depredadores (Richards, 1984). Algunas especies son la excepción con respecto a las alas ya que han llegado a presentar una reducción de estas, en casos extremos, pueden ser ápteros, observándose principalmente en las hembras de algunas polillas como por ejemplo especies de las familias Psychidae y Lymantriidae. Otras especies, como las de las subfamilias Ithominae y Eudaminae presentan células transparentes, debido a la ausencia de escamas, ya sea por que estas son cáducas, están muy esparcidas o simplemente son muy finas y pilosas.

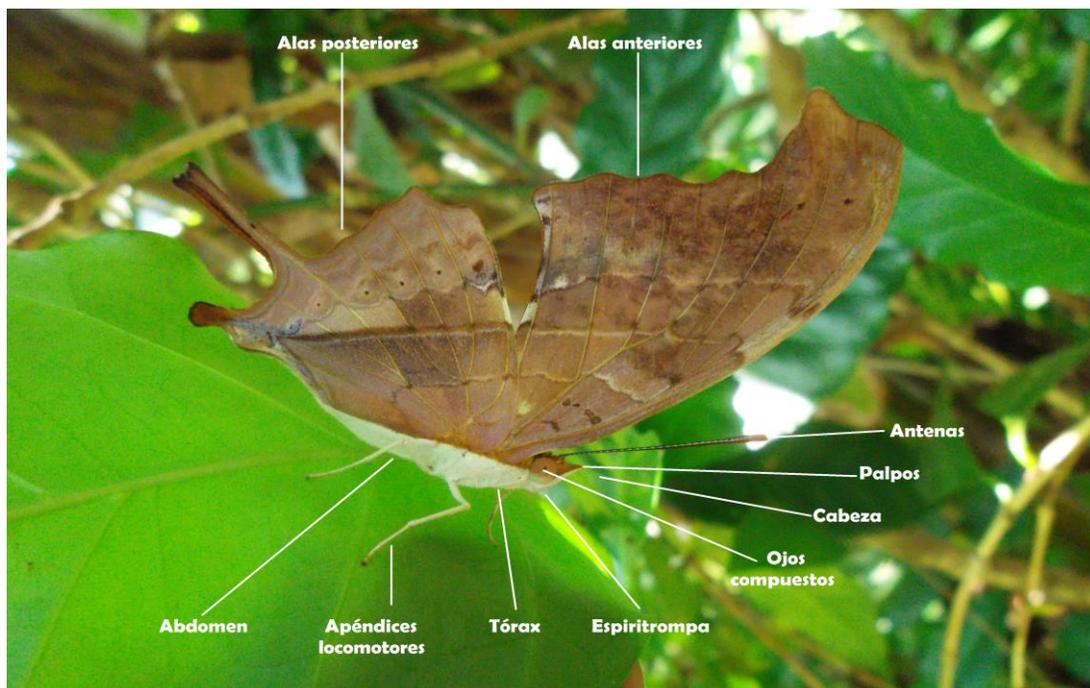


Figura 1. Esquema general de un imago de *Marpesia petreus* (Tomada por el autor).

En los adultos la cabeza es hipognata (Figura 1), más ancha que larga y revestida por una abundante pilosidad, se une al toráx por un estrecho cuello, razón por la cual es móvil; posee un par de ojos compuestos grandes y globosos, solo se encuentran atrofiados en las hembras de la familia Psychidae. Los ocelos, cuando están presentes, son dos, faltando el medio, se encuentran situados por encima de la base de inserción de las antenas y ocultos bajo las escamas y las sedas. Las antenas son de forma y tamaño variable pudiendo llegar a poseer hasta cien antenómeros, normalmente existe un evidente dimorfismo sexual, teniendo en los machos un mayor desarrollo y complejidad estructural claro ejemplo son los ejemplares de la familia Saturniidae, el flagelo es el que manifiesta mayor variabilidad morfológica, se pueden clasificar en filiformes, claviformes, monoliformes, pectinadas, aserradas, entre otras (Richards, 1984).

El aparato bucal en familias más primitivas como en Eriocraniidae es masticador y chupador-lamedor en la inmensa mayoría de las especies, esta caracterizado por tener una trompa succionadora formada por las galeas de las maxilas que se han alargado y ahuecado, éstas se encuentran unidas por medio de ganchos y espinas entrecruzadas, forman un tubo a través del cual es absorbido el alimento líquido como el néctar de las flores, frutos demasiado maduros, secreciones azucaradas, sales a orillas de estanques y otras sustancias nutritivas; esto se logra por la acción de los músculos de la epifaringe. En los satúrnidos, los imagos presentan una reducción de las piezas bucales, por lo que el aparato bucal no es funcional y su alimento lo toman de las reservas de su etapa larvaria. En el toráx se insertan tanto las alas como los apéndices locomotores, los metámeros torácicos son desiguales ya que el protórax esta reducido a modo de collar excepto en las especies más antiguas, el mesotórax es el más desarrollado ocupando una gran parte de la superficie torácica y por último el metatórax de tamaño medio y que en algunas puede llevar un par de órganos timpánicos como en los nóctuidos. Los apéndices locomotores generalmente son largos, finos así como revestidos de escamas y sedas más o menos densas, además, pueden presentar espolones o espinas en las tibias y tarsos, e incluso grupos de sedas que actúan como órganos sensoriales y glandulares (Richards, *op. cit.*).

El abdomen es tubular, más o menos cónico, o fusiforme, se encuentra aplanado lateral o dorsoventralmente, consta de diez metámeros en los machos y nueve en las hembras a excepción de los micropterígidos y en el último metámero se encuentra tanto el ano como las gónadas.

Según Richards (1984), las larvas u orugas de los lepidópteros (Figura 2) son cilíndricas con cabeza bien desarrollada, el surco medio epicraneal está bien representado y con un par de placas oblicuas y estrechas forman la frente (adfrontales), tanto el clipeo como el labro son evidentes, sin ojos compuestos, con seis ocelos por lo general, estos se sitúan justamente por detrás y por encima de las bases de las antenas cortas dotadas de tres antenómeros, las mandíbulas son potentes y están adaptadas para la masticación; no obstante, para las larvas que se nutren de savia pueden faltar y los palpos exhiben dos o tres palpómeros. Poseen tres metámeros torácicos cada uno con un par de apéndices, cinco pares de propatas y 10 metámeros abdominales visibles así como nueve pares de espiráculos. Presentan metamorfosis total, este cambio de larva a pupa es marcado por el cese en la alimentación y en muchos casos el abandono de la planta nutricia y la búsqueda de un lugar alejado para sufrir su transformación, las pupas son duras y por lo general de colores pardos con metámeros aparentemente fusionados al cuerpo.

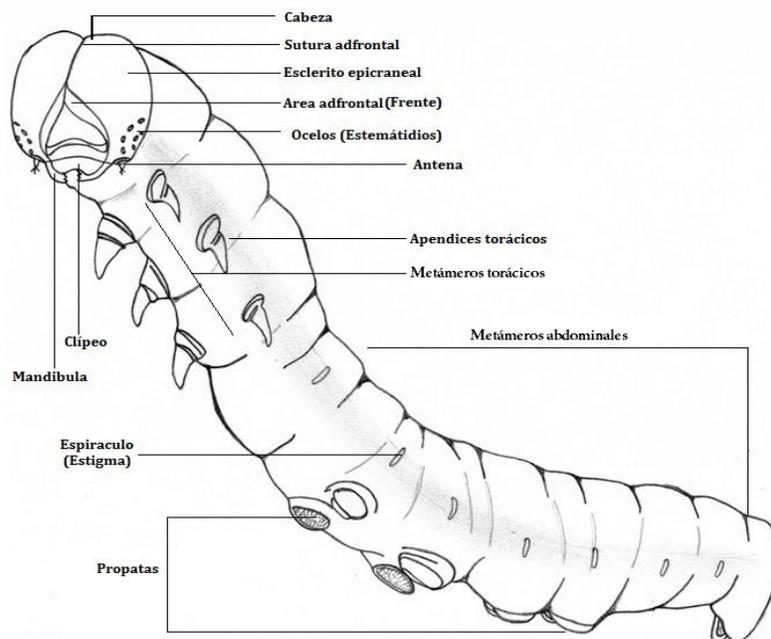


Figura 2. Esquema general de una larva de lepidóptero (dibujado por el autor).

Los imagos de forma general exhiben una notable constancia en cuanto a su estructura fundamental y esta uniformidad es la que ha causado grandes dificultades en la división del orden en grupos principales con fines de clasificación.

En la clasificación según Brock (1971), se reconocen dos superfamilias de ropalóceros: Papilionoidea y Hesperioidea y actualmente se ha integrado el taxón hermano Hedyloidea según Scoble (1986).

Las características de cada una de las seis familias de lepidópteros diurnos según Richards (1984) y Ross (1982) se describen a continuación.

Lycaenidae (licénidos).

Estos lepidópteros están presentes en la mayoría de las regiones del mundo, son pequeños o de tamaño moderado entre 1.5 y 5 cm de envergadura alar, poseen un cuerpo estilizado, pueden tener un par de prolongaciones en forma de colas en las alas posteriores y que a diferencia de los Papilionidae no corre ninguna vena por ellas, las antenas terminan en una masa que siempre se encuentra orlada de blanco, los ojos se ven rodeados por un cerco de escamas blancas, en los machos los tarsos anteriores son más cortos y sin uñas, las coloraciones predominantes son azules, lilas, naranjas o cobrizas en la parte superior de las alas, mientras que en la inferior las tonalidades son más cripticas y con manchas ocelares de centro oscuro o con bordes blanquecinos (Figura 3 a y b).



Figura 3. Lycaenidae (*Leptotes marina*), **a) vista dorsal, b) vista ventral.**

El vuelo es muy rápido y errático, adquieren minerales en los márgenes de cuerpos de agua estancados, las larvas poseen un órgano especializado en la parte dorsal del séptimo metámero abdominal (órgano de Newcomers) que produce soluciones azucaradas que atraen a las hormigas proveyéndoles de una fuente de alimento a cambio de protección, a esta asociación se le conoce como myrmecofilia.

Riodinidae (riodínidos).

En su mayoría son mariposas pequeñas de entre 1 a 3 cm de envergadura alar, se encuentran principalmente en la región neotropical, el cuerpo es fino, las alas posteriores se caracterizan porque en ellas se encuentra la vena humeral (h), los apéndices anteriores de los machos están reducidos y no son funcionales para la marcha; los tarsómeros se encuentran fusionados y raramente presentan uñas, la coxa se extiende como una estructura manera de espina debajo de la articulación del trocánter, las coloraciones son metálicas iridiscentes. Tienen un vuelo rápido y errático, cuando se posan siempre lo hacen con las alas abiertas contra la superficie de las hojas, varias especies tienen dos pares de órganos eversibles, uno en el tercer metámero torácico y el otro en el octavo metámero abdominal con el mismo propósito que los licénidos (Figura 4).



Figura 4. Riodinidae (*Calephelis* sp.).

Pieridae (piéridos).

La familia está bien representada a nivel mundial, aquí se encuentran algunas de las mariposas más comunes, son de tamaño pequeño y mediano, entre 2 y 15 cm de envergadura alar, cuerpo de forma variable, nunca poseen colas en relación a la vena M_3 de las alas posteriores, antenas con terminación en masa, sus apéndices se encuentran bien desarrollados y con uñas bífidas o dentadas, alas posteriores con dos nerviaciones anales, con coloraciones principalmente blancas, amarillas, naranjas y manchas negras. Adquieren minerales del fango y suelen formar grandes conglomeraciones, pero principalmente se alimentan de néctar, cuando lo hacen dejan sus alas quietas y plegadas sobre el tórax, las larvas son crípticas y pueden tener hábitos gregarios o solitarios (Figura 5 a y b).



Figura 5. Pieridae, **a)** *Eurema mexicana*, **b)** *Anteos clorinde*.

Nymphalidae (ninfálidos).

Es la familia predominante entre las mariposas y una de las mayores de todos los lepidópteros en cuanto a número de especies. Los tamaños son variados y oscilan entre 1 y 18 cm de envergadura alar, la forma del cuerpo, coloración y alas es muy variable, aunque estas últimas por lo general muestran un patrón críptico cuando se encuentran plegadas, al abrirse son de coloraciones brillantes y vistosas, las antenas terminan en una masa y poseen dos o tres carinas longitudinales ventrales, el primer par de apéndices no es funcional para la marcha, ya que tanto en machos como en hembras se encuentra reducido y plegado sobre el tórax, sin embargo, cumple con una

función quimiorreceptora para detectar sustancias, principalmente las que son de utilidad para reconocer plantas hospederas (De Vries y Singer, 1987).

Cuando están en su búsqueda, las hembras tocan la superficie de las hojas con este par, rápida y fuertemente, tanto que en especies grandes se puede escuchar un tamborileo, además, poseen tibias cortas y revestidas con largas sedas. Las larvas pueden tener sedas o espinas urticantes o no y las especies más grandes tienen larvas de hasta 14 cm (Figura 6 a y b).



Figura 6. Nymphalidae (*Dione moneta*) a) vista dorsal, b) vista ventral.

Papilionidae (papiliónidos).

Estas son mariposas que gozan de una distribución predominantemente tropical, su tamaño oscila entre los 4 y los 31 cm de envergadura alar por lo que son consideradas mariposas grandes, poseen un cuerpo estilizado, con prolongaciones alares (colas) en las alas posteriores que no son más que extensiones marginales en la parte de la vena M_3 y por las cuales corre la vena anal, las antenas poseen una gran masa en la parte distal, tienen palpos labiales reducidos, los tres pares de apéndices locomotores son funcionales y terminan en dos uñas, están bien desarrollados y adaptados para la marcha; la coloración del fondo de las alas es predominante negra con marcas vistosas en amarillo, rojo, verde o azul, siendo común encontrar coloraciones aposemáticas en esta familia. Son voladoras activas, se alimentan básicamente del néctar de las flores y sin dejar de batir las alas, suelen absorber minerales a la orilla de los cuerpos de agua.

Las larvas pueden ser crípticas o aposemáticas y se distinguen dentro de cualquier otra familia por poseer una glándula (osmeterio) dorsal eversible en forma de “Y” en el primer metámero del tórax que libera un olor desagradable para repeler a sus depredadores (Figura 7 a y b).



Figura 7. Papilionoidae (*Papilio garamas*) a) vista dorsal, b) vista ventral.

Hesperiidae (hespéridos).

Esta familia está ampliamente representada en el mundo, son conocidos comúnmente como saltarines, varían en tamaño entre los 30 mm hasta los 8 cm de envergadura alar, de cuerpo grande y robusto en comparación con sus alas. Las antenas están muy separadas en la base y con una masa en forma de gancho al final de las mismas. Los ojos son muy pequeños con relación a la cabeza y muy separados el uno del otro. El tórax generalmente es más largo que el abdomen, los apéndices están bien desarrollados, las venas del ala anterior no presentan ramificaciones y regularmente la coloración en esta familia suele ser críptica. Estas mariposas son hábiles voladoras, con un peculiar modo para hacerlo, ya que es como si dieran saltos, de aquí que también se les conozca como saltarinas (skippers), se alimentan principalmente de néctar de las flores; aunque también buscan excrementos como suplemento alimentario o fuente de minerales. Unas pocas especies son de hábitos crepusculares y hasta nocturnos (Figura 8 a y b).

Sus larvas se distinguen por tener la cabeza de gran tamaño y un cuerpo robusto en comparación con otras mariposas, estas doblan las hojas de la planta hospedera y las unen con hilos de seda, para formar un refugio (a veces producen un polvo blanco con el cual la larva y la pupa se cubren).



Figura 8. HesperIIDae (*Authohton cellus*) a) vista dorsal, b) vista ventral.

Con relación a los aspectos económicos, la fase larvaria de los lepidópteros tiene gran importancia, ya que la mayor parte de las especies son perjudiciales debido a que devoran el follaje (Figura 9 a y b) los brotes de árboles y cosechas, muchas más afectan tallos, frutos o semillas, mientras otras atacan directamente la corteza; existen especies que incluso se alimentan de productos manufacturados como alfombras o prendas de vestir, unas pocas son parásitas y viven en nidos de abejas destruyendo y ensuciando los panales (Ross, 1982).



Figura 9. Daños en follaje de *Pasionaria* (a y b) por larvas de *Dione juno*.

Por otra parte también algunas especies son beneficiosas y se obtiene alimento o en su defecto productos de interes comercial y alto valor economico como lo es la seda producida por la oruga del gusano de seda *Bombyx mori* (Davison y Lyon, 1992).

Ecologicamente hablando los estudios faunísticos sobre mariposas en México han adquirido importancia ya que estos organismos junto con las plantas y los vertebrados han sido los grupos más estudiados para el monitoreo y conservación de la biodiversidad a nivel mundial. El buen desarrollo de su sistemática, biogeografía y ecología, su relativamente fácil identificación en estudios de campo, así como la abundancia poblacional que representan, los ha puesto como uno de los grupos taxonómicos ideales para el análisis de la conservación de hábitats terrestres (Llorente y Luis, 1983).

Antecedentes

De acuerdo con los datos de los ejemplares depositados en más de una decena de museos de los Estados Unidos, en las colecciones mexicanas y a partir de los registros de la literatura, el número de localidades visitadas desde el siglo pasado no deben sobrepasar las 3000; un número pobre para un país con la complejidad orográfica y la diversidad de México, pues aun existen grandes hiatos en la distribución geográfica de los ropaloceros mexicanos (Llorente *et al.*, 1997).

Los siguientes estudios corresponden a trabajos realizados sobre mariposas diurnas de México y se encuentran ordenados de acuerdo al tipo de estudio que representan (ecologicos y taxonomicos)

Luis y Llorente (1990) desarrollaron una investigación de mariposas en la Cañada de los Dinamos, Magdalena Contreras, D.F. con el objetivo de conocer la distribución estacional y local de papilionoideos, mediante el trabajo en campo donde se recolectaron a los organismos con ayuda de una red aérea y trabajo de revisión literaria. Se contabilizaron un total de 91 especies en su mayoría residentes.

Hernández, *et al.* (2008a) registraron la composición, distribución altitudinal y gremios alimentarios de mariposas diurnas en el municipio de Malinalco, Estado de México, esto durante un año, los ejemplares se recolectaron con ayuda de redes aéreas. Se cuantificaron un total de 1333 individuos divididos en 2 superfamilias, 6 familias, 21 subfamilias, 147 géneros y 213 especies, de las cuales 157 son registros nuevos, siendo HesperIIDae la familia más abundante.

Hernández, *et al.* (2008b) realizaron un estudio de distribución de mariposas diurnas en el Estado de México con el fin de conocer la distribución espacial de los hesperioideos y papilionoideos, los organismos se recolectaron con redes aéreas encontrando: 6 familias, 22 subfamilias, 197 géneros y 325 especies (95 HesperIIDae, 19 PapilionIDae, 35 PierIDae, 54 LycaenIDae, 20 RiodinIDae y 102 NymphalIDae).

Ibarra y Stanford (2009) llevaron a cabo una compilación bibliográfica de mariposas nocturnas y diurnas registradas en el Estado de México con el fin de generar un listado

de especies, donde obtuvieron un total de 311 especies de mariposas diurnas entre las dos superfamilias Papilionoidea y Hesperoidea.

Luna, *et al.* (2010) investigaron la composición faunística y fenología en el Cañón de Lobos, Yautepec Morelos, con el propósito de conocer las especies de Papilionoideos, la recolección de los ejemplares se llevo a cabo con ayuda de redes aéreas entre las 9 y las 16 hrs. Se encontraron 145 especies de cuatro familias que sumados a la literatura hacen un total de 148 individuos. Donde 21 son endémicas de México; Nymphalidae y Lycaenidae fueron las dos familias de mayor riqueza y Nymphalidae la más abundante.

Luna y Llorente (2004) efectuaron un estudio en la Sierra Nevada, Estado de México, con la finalidad de conocer los ropalóceros de esta región, estos fueron recolectados mediante redes aéreas registrando 75 especies, de las cuales 34 fueron nuevos registros para el área; se integró una relación actualizada de 85 especies con base a la literatura citada; encontrando que el mayor número de papilionoideos se presentó en la localidad de Santa Catarina.

Llorente, *et al.* (2006) llevaron a cabo una compilación sobre los papilionoideos mexicanos contenida en literatura especializada así como una revisión de las colecciones más importantes para este orden en México, obteniendo una lista sistemática donde se eliminaron todos los registros dudosos o erróneos, el listado nos muestra especies y subespecies de las familias Papilionidae con 79, Pieridae 109, Lycaenidae 255, Riodinidae 203, Nymphalidae 544, haciendo un total de 1190 taxones.

Maya-Martínez, *et al.* (2005) realizaron un listado de especies de mariposas diurnas de la selva alta subperenifolia húmeda de la región de Calakmul, hicieron recolecciones en los meses de secas y lluvias utilizando redes aéreas y trampas cebadas obteniendo 123 especies de mariposas, con 4 nuevos registros para la península de Yucatán y 3 para el estado de Campeche observando un incremento de especies. En el mes de agosto (lluvias) y el comparativo demostro que la comunidad de mariposas se asemejó con las de sitios de Chiapas y Tabasco que presentan selva alta.

Con el fin de planificar el manejo y la conservación de la riqueza biológica de México, se requiere precisar el conocimiento actual de las especies así como su distribución geográfica y ecológica, a partir de inventarios actualizados de la fauna y flora presentes en las regiones, en particular, de las especies endémicas y de importancia económica, como en el caso de los lepidópteros. Este conocimiento debe de ir acompañado del análisis objetivo acerca de las tendencias actuales del uso de suelo, de las presiones ejercidas sobre las áreas reconocidas como de alta diversidad biológica, de su representación o protección en las áreas naturales protegidas y del tipo de manejo que presentan dichas áreas en el país. La conservación y manejo a largo plazo de esta diversidad representa un compromiso de gran magnitud para los mexicanos de las generaciones actuales y futuras (Flores y Gerez, 1994).

Hay una gran necesidad por efectuar estudios básicos de carácter faunístico en México y en específico florísticos que permitan establecer relaciones con lepidópteros. Para el caso de México el conocimiento de la fauna y de las mariposas han sido exhaustivas en algunos sitios mientras que en otros aún se requieren trabajos que conduzcan al conocimiento de las especies, esta es una de las tareas fundamentales de la biología de la conservación si se toma en cuenta el rápido deterioro a nivel mundial de los recursos naturales; por ello, es importante conocer las especies de organismos que se encuentran en un área determinada. A la Sierra de Guadalupe se le considera como un relicto natural y se encuentra rodeado por la zona conurbada más poblada del planeta que es la Ciudad de México; la Sierra es importante debido a que alberga tanto flora como fauna nativa de la zona norte del Valle de México, es por esto que conocer la diversidad de esta área protegida y al mismo tiempo amenazada por las presiones urbanas que le circundan.

Objetivo General

- Elaborar un listado que permita conocer la abundancia, riqueza y fenología las especies de lepidópteros diurnos presentes en el Parque ecológico Ehécatl.

Objetivo particulares.

- Obtener un listado de especies, para conocer la diversidad de mariposas en la zona de estudio.
- Determinar la riqueza específica anual de lepidópteros diurnos
- Establecer la abundancia relativa anual de lepidópteros diurnos.
- Evaluar el esfuerzo de captura para saber si se alcanza el número máximo de especies.
- Analizar la fenología de las especies encontradas.
- Analizar a través de la base de datos la información obtenida de esta investigación e integrarla a la de la colección de artrópodos de la Facultad.



Área de estudio

El Valle de México (Figura 10), es conocido a lo largo del mundo por su rico patrimonio cultural y su larga historia de civilizaciones humanas; menos conocido y mucho menos apreciado es su gran patrimonio natural, ahora extensamente urbanizado. El Valle de México alberga una gran diversidad de especies (Díaz y Llorente, 2011), este se ubica en medio del Eje Neovolcánico Transversal Mexicano sobre los 19° 20' de Latitud Norte y 99°05' de Longitud Oeste, la planicie del Valle está rodeada por las Sierras de Monte Alto, Monte Bajo, Las Cruces, Pachuca, así como la Sierra Nevada y la serranía de Chichinauhtzin y su límite se ha fijado en su propia cuenca hidrológica la cual tiene una elevación de 2,240 m snm y una superficie de 9,560 km², presenta valles intermontañosos, mesetas y cañadas, así como terrenos semiplanos en lo que alguna vez fueron los lagos de Texcoco, Xochimilco y Chalco; esta cuenca se integra por una parte del Estado de México, el sur del estado de Hidalgo, el sureste de Tlaxcala y casi la totalidad del Distrito Federal (D.F.). La orografía y topografía del Valle permiten que exista un clima considerado como ideal, sin estaciones extremas con una temperatura media anual de 16°C, teniendo como máximo 33°C y como mínimo 7°C (INEGI, 2004).



Figura 10. Obra del Valle de México por José María Velasco, 1887 (INBA, 2013).

Actualmente el Valle de México presenta un gran número de problemas de índole ambiental debido a la enorme presión antropocéntrica generada por la Zona Metropolitana del Valle de México (SEMARNAT, 2010a) (Figura 11).



Figura 11. Valle de México (2012).

El Estado de México se localiza dentro del Valle de México al centro-sur de la República Mexicana, colinda al Norte con los estados de Querétaro e Hidalgo; al Este con Tlaxcala, Morelos, Puebla y el D. F. al Sur con Guerrero y al Oeste con Michoacán, ocupando una extensión territorial de apenas 22,357 km², es decir, el 1.1% del país (Figura 12). La orografía está definida por valles, mesetas y montañas altas donde predomina un clima templado la mayor parte del año y subhúmedo en el verano, la capital es Toluca de Lerdo, en cuanto a la hidrografía del territorio tiene múltiples ríos, siendo el Lerma el principal abastecedor de agua del estado. La gran abundancia de recursos del estado es palpable al contar con ocho reservas naturales protegidas. Posee una flora predominantemente de Pino-encino, cedro blanco y oyamel en las partes altas, en los valles grandes pastizales donde predominan nopaleras y huizaches (CONABIO, 2009).



Figura 12. Valle de México (Rzedowski y Rzedowski, 2005) modificado por el autor).

Sierra de Guadalupe

Dentro del Valle de México se encuentra la Sierra de Guadalupe, inmersa en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, localizada al norte de la Ciudad de México, en los límites del Distrito Federal dentro del Estado de México. Geográficamente se ubica entre los 19° 37' y 19° 29' de Latitud Norte y a los 99° 12' y 99° 02' de Longitud Oeste (Figuras 13, 14 y 15), esta zona es la única Área Natural Protegida, en la categoría de Parque Estatal, de tamaño considerable, capaz de filtrar agua al subsuelo y como consecuencia impactar positivamente en los mantos freáticos del Valle de México (Cedillo *et al.* 2007).

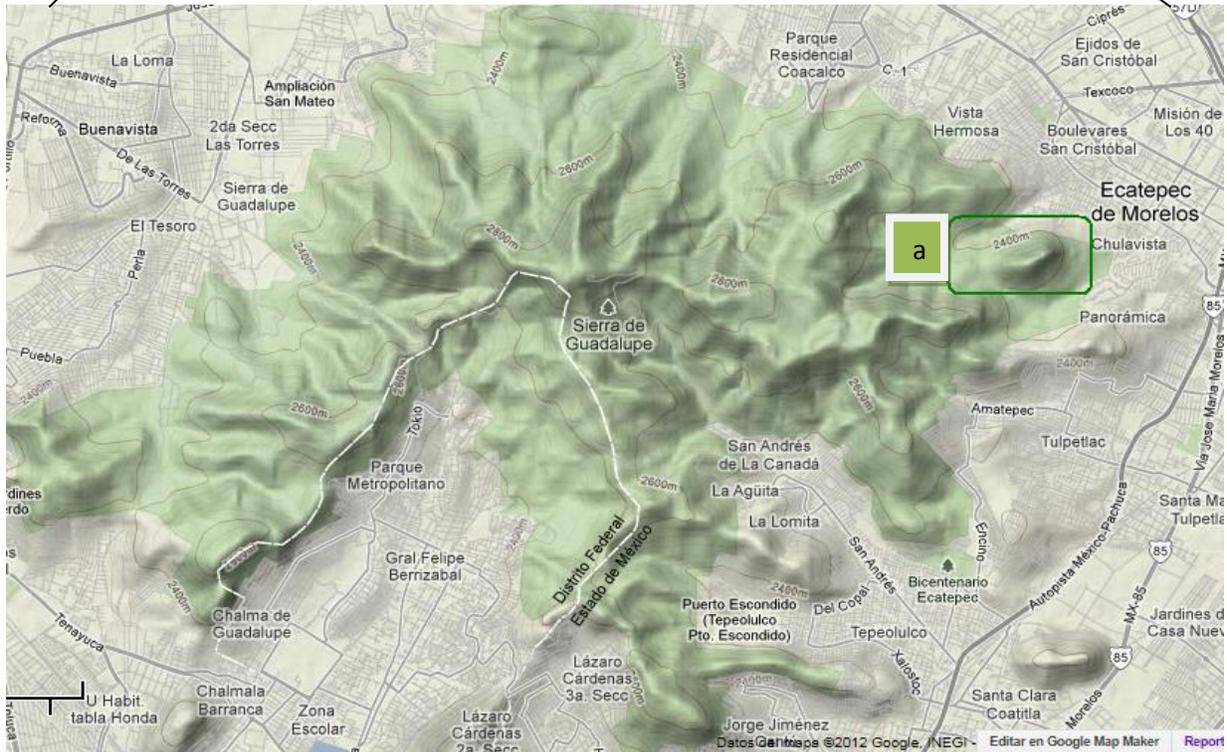
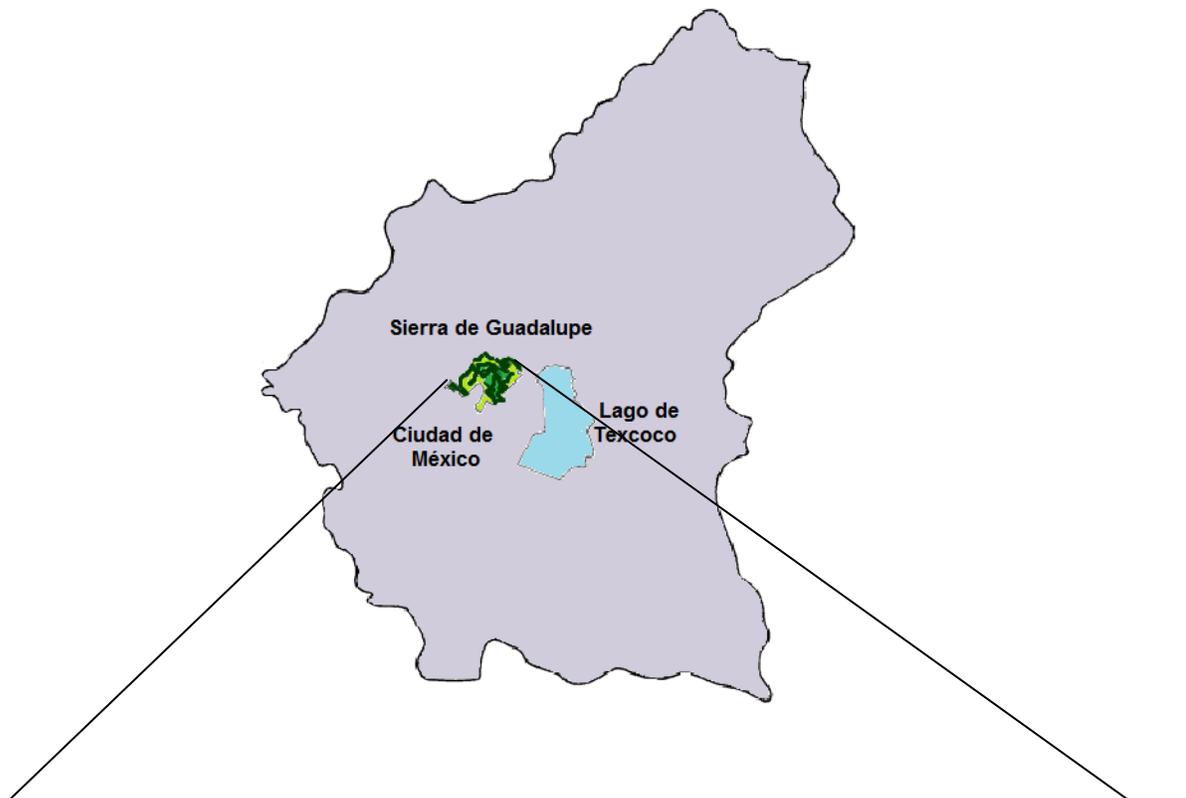


Figura 13. (Superior) Valle de México con la ubicación de la Sierra de Guadalupe en verde (Rzedowski y Rzedowski, 2005, modificado por el autor).

Figura 14. (Inferior) Sierra de Guadalupe, a) área de estudio (Google maps, 2012).



Figura 15. Paraje de la Sierra de Guadalupe (Tomada por el autor 2013).

Fue decretada como Parque estatal Sierra de Guadalupe en 1976 y modificado en 1978 como área natural protegida, pertenece a los municipios de Ecatepec, Coacalco, Tultitlán y Tlalnepantla y a la delegación Gustavo A. Madero, se encuentra bajo la Coordinación General de Conservación Ecológica, de la Secretaría de Ecología del Estado de México (SEMARNAT, 2010b).

Parque Ecológico Ehécatl

Este parque se encuentra ubicado dentro de la Sierra de Guadalupe en el territorio perteneciente al municipio de Ecatepec, cuenta con una belleza escénica y natural importante a la par de que presenta serios problemas debido a la invasión por parte de las colonias aledañas a este municipio, el cerro más representativo y el cual da origen al nombre del parque es el Ehécatl, topónimo náhuatl que hace alusión al dios del viento (Figuras 16 y 17).



Figura 16. Parque Ehécatl 1) Presa el jagüey 2) Presa de las venitas 3) Presa de los nueve ahogados (Google maps, 2012).



Figura 17. Parque Ehécatl, (Tomada por el autor, 2012).

Según Lugo y Salinas (1996) los factores Geológicos, Topográficos, Edafológicos e Hidrológicos son las siguientes.

Geología

La Sierra de Guadalupe es una formación de origen volcánico que se alza a partir de la altiplanicie lacustre del Valle de México, dos tipos de actividad dieron origen a la sierra; una en la que los procesos explosivos fueron de gran intensidad y representan las etapas iniciales de los edificios mayores, los cuales culminaron con procesos extrusivos, el otro tipo fue de derrames de lava (procesos efusivos), escasos y de corta extensión, siendo Vicente Guerrero, Zacatenco, Jaral, María Auxiliadora, Los Díaz, Tres Padres y Moctezuma los volcanes de tipo compuesto, originados por poderosas erupciones explosivas, que culminaron con la actividad extrusiva y efusiva (Mooser, 1975). Al haber estado rodeada por el lago de Texcoco, el pie de monte quedo sepultado, por lo que actualmente sólo pueden observarse las laderas montañosas de la sierra, la planicie lacustre y sólo en algunas áreas un pie de monte estrecho.

Topografía

En esta sierra se presenta un desnivel general de 300 a 400 metros sobre el nivel de la planicie de la cuenca, la elevación más alta corresponde al Picacho Moctezuma con una altura de 2,900 m snm y el Chiquihuite con 2,740 m snm. El relieve se eleva a partir de la costa de 2,240 hasta los 3,000 msnm que alcanza el núcleo de la Sierra. La disección se manifiesta por barranco, circos de erosión y valles.

Suelo

Comprende 5,306.8 ha. de las cuales se encuentran protegidas 2,000 ha. La tendencia de la tierra es ejidal, particular, comunal y estatal. El uso del suelo es forestal, de protección y conservación ecológica, urbano y recreativo (SEMARNAT, 2010a). La mayoría de los suelos se desarrollaron sobre rocas eruptivas en un clima templado seco, por esto generalmente son poco profundos y contienen muchos restos de rocas originales (Salinas, 1994).

Edafología

Con un origen volcánico extrusivo, los suelos están compuestos por andesitas, arenisca y brecha volcánica, con diversos grados de intemperismo y material aluvial, cuya permeabilidad va de moderada a rápida predomina el tipo feozem háplico, que se localiza en lomeríos con declives de moderados a suaves y en menor proporción, en zonas escarpadas o con pendientes mayores a 50°, se encuentran los litosoles, constituidos por andesitas, tepetate o caliche duro, poco profundos y bien drenados.

Clima

Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988), el clima en la zona es C(Wo)(w)(i'), templado subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación media anual alcanza los 627 mm, siendo enero el mes más seco, con 30 mm y julio el mes más húmedo, la temperatura media anual es de 16.7°C, siendo enero el mes más frío con 13.1°C y junio el más cálido con 18.8°C. Los vientos dominantes provienen del NO y NE, entre septiembre y diciembre así como febrero, marzo con una velocidad máxima de 11 km/hr, además de la presencia de vientos alisios provenientes del NO y vientos locales denominados brisas montaña-valle.

La oscilación térmica entre los valores extremos promedios fluctúa alrededor de los 24°C mientras que para las temperaturas medias mensuales, tan solo es de 5.5°C en promedio anual, lo que se considera como poca oscilación. Las temperaturas máximas y mínimas varían de 32 a 37°C durante la temporada más cálida entre los meses de abril a mayo y de -1.0 a 11.5°C que se llegan a observar entre enero y febrero respectivamente.

Hidrología

La serranía se caracteriza por una red hidrológica de tipo exorreico, con dominancia de corrientes estacionales sujetas al régimen de la temporada de lluvias. Todas estas corrientes son de carácter intermitente, de bajo caudal y presentan un patrón de drenaje de tipo dentrítico. Estos arroyos se fusionan en la zona urbana y forman un sólo cauce denominado Arroyo Peña Gorda y posteriormente Arroyo Xochitlán, para desembocar en el Río San Javier, hasta el Río de los Remedios.

Vegetación

Según Rzedowski y Rzedowski (2005), la composición altitudinal de la vegetación que se presenta en la Sierra de Guadalupe es compleja y en su mayoría se encuentra perturbada, se destacan tres tipos de vegetación principales conforme a la altitud, entre los cuales se mencionan: el bosque de pino-encino que se ubica en la parte más alta de la Sierra, se trata de un relictos de lo que alguna vez formó parte de un bosque mixto y donde predominan especies como *Pinus cembroides* (Zucc, 1832), *P. montezumae*, (Lamb, 1832) que es característico de la mitad meridional del Valle, *P. radiata* (D. Don) y *P. patula* (Schiede ex Schltdl & Cham), este último propio de climas o microclimas más húmedos, estos pinos se ven asociados principalmente a *Quercus rugosa*. Por otra parte se distinguen los matorrales; uno compuesto por una comunidad arbustiva circundante a las partes altas formando un matorral de *Quercus* (probablemente *Q. frutex*), esta es una especie dominante con cobertura muy cerrada gracias a la reproducción vegetativa a través de las partes subterráneas y si bien es más común en la parte norte del Valle en la centro-sur se le puede encontrar; más abajo se observa el segundo tipo de matorral, el Xerófilo denominado *Eysenhardtia* por la especie dominante *E. polystachya* ((Ortega) Sarg (1892)), en el que se agrupan varias comunidades arbustivas que se desarrollan preferentemente en porciones centrales y meridionales del Valle. En su mayoría se compone por especies de opuntias , así como abundantes arbustos pertenecientes al género *Prosopis* (huizaches), *Acacia* (mezquites), *Mimosa* (mimosa), es por esto que si bien puede ser un matorral espinoso no lo es tanto como el de la zona norte; de igual modo se encuentra *Montanoa tomentosa* (Cerv) (zoaplate), arbusto apreciado por sus propiedades medicinales, este matorral es principalmente denso y poco abierto de 3 a 4 m considerándose como uno de los más altos, esta área conserva una apariencia verde durante todo el año gracias a las opuntias ya que la mayoría de las especies son perennes, en algunas zonas existe una parcial o total perturbación por lo que se pueden hallar especies vegetales exóticas como lo es *Schinus molle* (L.) (pirú), ampliamente distribuido en la Sierra o *Jacaranda mimosifolia* D. Don, 1882 (jacaranda). Los pastizales se distribuyen principalmente en lomeríos y cerros de la Sierra de Guadalupe en su mayoría han sido inducidos y están compuestos principalmente por gramíneas que en raras ocasiones rebasan los 30 cm de altura, siendo *Hilaria cenchroides* Kunth una de las especies predominantes en este

lugar ya que cubre una gran superficie de terreno y que frecuentemente acompañan a esta *Abildgaardia mexicana* (Palla) Kral, *Bouteloua radicata* (Fourn) Griffiths, *Bouteloua hirsuta* Lag y *Stevia serrata* (Willd) Rob; en este tipo de comunidades a menudo conviven árboles espaciados y a veces algunos arbustos propios de los matorrales xerófilos, muchos pastizales denotan una fuerte perturbación como lo son los que no poseen una composición florística constante y que de igual modo se encuentran presentes en la Sierra, en ellos predominan los pastos anuales, como *Aristida adscensionis* L. y *Bouteloua simplex* Lag, además, pueden ser abundantes *Lycurus phleoides* Kunth, *H. cenchroides*, *Dasyochloa pulchella* Willd ex Rydberg, *Bouteloua* spp., *Enneapogon desvauxii* P. Beauv (Figura 18).



Figura 18. Vegetación de la Sierra de Guadalupe (Tomada por el autor 2013).

Fauna

Esta se compone principalmente por mamíferos; como *Apodemus sylvaticus* Linnaeus, 1758 (ratón de campo), *Bassariscus astutus* Lichtenstein, 1830 (cacomixtle) (Figura 19a), *Mephitis macroura* Lichtenstein 1832 (zorrillo), *Sciurus aureogaster* F. Cuvier, 1829 (ardilla); aves como *Carpodacus mexicanus* Müller, 1776 (gorrión) (Figura 19b),

Turdus migratorius (Linneo, 1766) (zorzal), *Hylocharis leucotis* Vieillot, 1818 (colibrí), *Falco peregrinus* Tunstall, 1771 (halcón), *Falco mexicanus* Schlegel, 1850 (halcón) (Figura 19c), *Tyto alba* (Scopoli, 1759) (lechuza), *Ardea alba* Linnaeus, 1758 (garza), *Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1758) (codorniz) y *Columba livia* Gmelin, 1789 (paloma); reptiles como *Bothriechis* spp. Petters, 1859 *Micruroides* spp. Schmidt, 1928, *Crotalus* spp. Linnaeus, 1758 (cascabel), *Phrynosoma* spp. Weigmann, 1828 (camaleón) y *Sceloporus torquatus* Weigmann, 1828 (lagartija) (Figura 19d) (SEMARNAT, 2010b).



Figura 19. Fauna de la Sierra de Guadalupe, a) *Bassariscus astutus* (cacomixtle) b) *Carpodacus mexicanus* (gorrión) c) *Falco mexicanus* (halcón) d) *Sceloporus torquatus* (lagartija).

Por otra parte esta es un área conurbada al D. F. donde se están llevando a cabo importantes esfuerzos de reforestación con recursos económicos del Banco Internacional de Desarrollo, así como infraestructura e instalaciones en beneficio del parque y su población aledaña. Sus principales problemáticas son la invasión urbana y los asentamientos urbanos irregulares (SEMARNAT, 2010b).

Dentro del parque Ehécatl se han desarrollado dos nuevas instalaciones, el aviario (Figura 20), dividido en seis secciones de exhibición de aves, un lago artificial, un puente de madera y 120 m de corredor donde se pueden avistar al menos 160 aves de 23 especies entre las que destacan búhos, halcones, canarios así como aves exóticas (guacamayas y loros) y la Granja Didáctica Bicentenario (Figura 21) la cual cuenta con 300 animales de 43 especies y una extensión de seis hectáreas (Gobierno de Ecatepec, 2013).



Figura 20. Aviario del Parque ecológico Ehécatl, Tomada por el autor.



Figura 21. Granja del Parque ecológico Ehécatl Tomada por el autor.

Materiales y Método

Trabajo de campo

Para obtener el material entomológico se hicieron dos recolecciones por cada mes durante un año, es decir un total de 24 recolecciones, estas se llevaron a cabo en la reserva de la Sierra de Guadalupe en el Parque Ecológico Ehécatl, en el municipio de Ecatepec de Morelos en el Estado de México. Previamente se realizó un prospectivo de la zona en el mes de diciembre, donde se visitaron 3 sitios ubicados entre los 2400 y los 2500 m snm caracterizados por encontrarse aledaños a un cuerpo de agua artificial y con la presencia de comunidades vegetacionales principalmente de pastizal inducido y matorral.

En cada punto se realizaron recorridos de 3 horas de duración. La recolección de los imagos se logró con ayuda de una red entomológica aérea; buscando entre la vegetación, caminos, veredas y en cualquier lugar donde se observaron mariposas. Cada ejemplar se colocó en una bolsa de papel glassine a la que se le anotaron los datos de recolección y se le introdujo en un frasco con cianuro de potasio (KCN) para sacrificarlos.

Trabajo de laboratorio

La determinación taxonómica de los ejemplares recolectados en la zona de muestreo se efectuó con ayuda de las claves de Daccordi *et al.* (1989), Díaz y Llorente, (2011), Glassberg, (2007), además, de que se hizo una comparación taxonómica con ejemplares de la colección del Museo de Historia Natural de la Ciudad de México.

A partir de la determinación de los ejemplares recolectados se obtuvo un listado de la diversidad de especies de mariposas presentes en la zona de estudio.

La determinación de la riqueza específica de mariposas se realizó con ayuda de dos gráficos de barras, en la primera se vio el número total de todas las especies halladas a lo largo del año y en el segundo se comparó al número de especies de cada una de las familias.

Para obtener la abundancia relativa se elaboró un gráfico que permitió visualizar el número de organismos a lo largo del año de recolección, posteriormente se graficaron el número de ejemplares por familia, se elaboraron gráficos comparativos entre los diferentes géneros de mariposas encontradas en la Sierra de Guadalupe, de esta manera se observó a los géneros más abundantes por familia dándonos la abundancia relativa.

Se evaluó el esfuerzo de captura a de la curva de acumulación de especies observadas y la aplicación de los estimadores Chao₂ (Colwell y Coddington, 1994), Jack 1 y Bootstrap (Rodgers, 1999), los cuales requirieron de los datos de presencia ausencia de las especies en las diferentes muestras.

Las fórmulas empleadas para los índices fueron las siguientes:

$$\text{Chao}_2 = S_{abc} + (L^2/2M)$$

Dónde: S_{abc} = número de especies observadas.

L = número de especies presentes en el inventario de una muestra.

M = número de especies presentes en el inventario en dos muestras.

$$\text{Jack } 1 = S_{abc} + L (m-1/m)$$

Dónde: S_{abc} = número de especies observadas.

L = número de especies presentes en el inventario de una muestra.

M = número de especies presentes en el inventario en dos muestras.

m = número de muestras.

$$\text{Bootstrap} = S_{abc} + \sum (1 - p_j)^n$$

Dónde: S_{abc} = número de especies observadas.

P_j = proporción de las muestras en las que se presenta la especie j .

Con la elaboración de la curva de acumulación de especies se obtuvo el número aproximado de especies de la zona para saber si se requieren muestreos posteriores que completaran este trabajo.

En el análisis de la fenología se empleó un gráfico lineal con las seis familias y el número de ejemplares que se presentaron durante el año, dejando ver claramente las fluctuaciones de cada una de éstas a lo largo del año debido a los factores que influyeron en el incremento y decremento de las mismas, además, se elaboró un cuadro que indico la presencia de especies a lo largo del año en la zona de estudio. Por otra parte se hizo un gráfico que mostró la relación existente entre el número de lepidópteros y la precipitación (mm) anual, con el fin de conocer la relación entre las poblacionales de mariposas con este fenómeno.

Para el manejo de la información se trabajó con una base de datos en el programa EXCEL 2010, conformada por 32 campos de los cuales cinco contuvieron información taxonómica (orden, suborden, familia, género, especie), 6 con información biológica (Hábitat, forma inmadura, observaciones, observaciones ambientales, Abundancia y Frecuencia), 8 geográfica (Altitud, Latitud, Longitud, País, Estado, Municipio, Localidad y Vegetación), 7 con datos de recolección (día, mes, año, hora, recolector, determinador y técnica de recolección) y 6 numéricos para facilitar su manejo, cabe destacar que los datos geográficos fueron obtenidos con un geoposicionador marca Garmin modelo etrex venture HC.

Estos datos fueron integrados a la base de datos de la colección de Artrópodos de la FES Iztacala, UNAM, para posteriores estudios.

Resultados y Discusión

Listado de especies de lepidópteros

La clasificación utilizada en el listado fue la de Heppner (1991) y sigue las últimas revisiones del grupo, sin embargo, se han ignorado los trabajos de algunos autores por razones de estabilidad y conveniencia.

En el estudio se recolectaron 632 individuos incluidos en 6 familias, 50 géneros y 78 especies, que se enlistan a continuación:

Familia	No. de géneros	Género	Especie		
Papilionidae	4	<i>Battus</i>	<i>Battus philenor</i> (Linnaeus, 1771)		
		<i>Papilio</i>	<i>Papilio garamas garamas</i> (Geyer, [1829]) <i>Papilio polyxenes</i> Fabricius, 1775		
		<i>Parides</i>	<i>Parides erithalion</i> (Boisduval, 1836)		
		<i>Pterourus</i>	<i>Pterourus multicaudata</i> (W. F. Kirby, 1884)		
		Pieridae	9	<i>Anteos</i>	<i>Anteos clorinde</i> (Godart, [1824]) <i>Anteos maerula</i> (Fabricius, 1775)
				<i>Anthocharis</i>	<i>Anthocharis limonea</i> (Butler, 1871)
<i>Appias</i>	<i>Appias drusilla</i> (Cramer, [1777])				
<i>Catasticta</i>	<i>Catasticta nimbice nimbice</i> (Boisduval, 1836)				
<i>Colias</i>	<i>Colias eurytheme</i> Boisduval, 1852 <i>Colias (Zerene) cesonia</i> (Stoll, 1790)				
<i>Eurema</i>	<i>Eurema daira</i> (Godart, [1819]) <i>Eurema mexicana</i> (Boisduval, 1836) <i>Eurema nicippe</i> (Cramer, 1779) <i>Eurema nise</i> (Cramer, [1775]) <i>Eurema salome</i> (C. & R. Felder, 1861)				

		<i>Leptophobia</i>	<i>Leptophobia aripa</i> (Boisduval, 1836)
		<i>Nathalis</i>	<i>Nathalis iole</i> (Boisduval, 1836)
		<i>Phoebis</i>	<i>Phoebis agarithe</i> (Boisduval, 1836) <i>Phoebis philea</i> (Linnaeus, 1763) <i>Phoebis sennae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Pontia</i>	<i>Pontia protodice</i> (Boisduval & Leconte, 1830)
Nymphalidae	17	<i>Agraulis</i>	<i>Agraulis vanillae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Anaea</i>	<i>Anaea aidea</i> (Guérin-Méneville, 1844)
		<i>Chlosyne</i>	<i>Chlosyne janais</i> Drury, 1782 <i>Chlosyne lacinia</i> (Geyer, 1837)
		<i>Danaus</i>	<i>Danaus gilippus</i> (Cramer, 1776) <i>Danaus plexippus</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Diaethria</i>	<i>Diaethria bacchis</i> (Doubleday, 1849)
		<i>Dione</i>	<i>Dione junio</i> (Cramer, [1779]) <i>Dione moneta</i> (Cramer, [1779])
		<i>Euptoieta</i>	<i>Euptoieta claudia</i> (Cramer, 1776) <i>Euptoieta hegesia</i> (Cramer, 1779)
		<i>Gyrocheilus</i>	<i>Gyrocheilus patrobas</i> (Hewitson, 1862)
		<i>Junonia</i>	<i>Junonia coenia</i> Hübner, [1822] <i>Junonia evarete</i> (Cramer, [1779])
		<i>Libytheana</i>	<i>Libytheana carinenta</i> (Cramer, 1777)
		<i>Myscelia</i>	<i>Myscelia cyaniris</i> Doubleday, [1848]
		<i>Nymphalis</i>	<i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Phyciodes</i>	<i>Phyciodes ardys</i> Hewitson, [1864] <i>Phyciodes texana</i> (Edwards, 1863)

		<i>Smyrna</i>	<i>Smyrna blomfieldia</i> (Fabricius, 1781)
		<i>Texola</i>	<i>Texola elada</i> (W. H. Edwards, 1877)
		<i>Vannessa</i>	<i>Vanessa annabella</i> (W. D. Field, 1971) <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758) <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758) <i>Vanessa virginiensis</i> (Drury, 1773)
Riodinidae	1	<i>Callephelis</i>	<i>Callephelis</i> sp.
Lycaenidae	7	<i>Atlides</i>	<i>Atlides haesus</i> (Cramer, 1777) <i>Atlides gaumeri</i> (Godman, 1901)
		<i>Callophrys</i>	<i>Callophrys xami</i> (Reakirt, [1867])
		<i>Ceslastrina</i>	<i>Ceslastrina ladon</i> (Cramer, [1780])
		<i>Cyanophrys</i>	<i>Cyanophrys longula</i> (Hewitson, 1868)
		<i>Hemiargus</i>	<i>Hemiargus ceraunus</i> (Fabricius, 1793) <i>Hemiargus isola</i> (Reakirt, [1867])
		<i>Leptotes</i>	<i>Leptotes marina</i> (Reakirt, 1868)
		<i>Strymon</i>	<i>Strymon cestri</i> (Reakirt, [1867])
Hesperiidae	12	<i>Amblyscirtes</i>	<i>Amblyscirtes fimbriata</i> (Plötz, 1882) <i>Amblyscirtes fluonia</i> Godman, 1900
		<i>Atalopedes</i>	<i>Atalopedes campestris</i> (Boisduval, 1852)
		<i>Autochton</i>	<i>Autochton cellus</i> (Boisduval & Leconte, [1837])
		<i>Bolla</i>	<i>Bolla subapicatus</i> (Schaus, 1902)
		<i>Chioides</i>	<i>Chioides zilpa</i> (Butler, 1872)

<i>Codattractus</i>	<i>Codattractus bryaxis</i> (Hewitson, 1867)
<i>Copaeodes</i>	<i>Copaeodes minima</i> (W. H. Edwards, 1870)
<i>Erynnis</i>	<i>Erynnis funeralis</i> (Scuder & Burgess, 1870) <i>Erynnis juvenalis</i> (Fabricius, 1793) <i>Erynnis pacuvius</i> (Lintner, [1878]) <i>Erynnis tristis</i> (Boisduval, 1852)
<i>Poanes</i>	<i>Poanes melane melane</i> (W. H. Edwards, 1869)
<i>Pyrgus</i>	<i>Pyrgus comunis comunis</i> (Grote, 1872) <i>Pyrgus oileus</i> (Linnaeus, 1767)
<i>Staphylus</i>	<i>Staphylus tepeca</i> (E. Bell, 1942)
<i>Thorybes</i>	<i>Thorybes mexicana</i> (Herrich-Schäfferr, 1869) <i>Thorybes pylades</i> Scudder, (1870)
<i>Urbanus</i>	<i>Urbanus dorantes</i> (Stoll, 1790) <i>Urbanus proteus</i> (Linnaeus, 1758)

Listado de especies de lepidópteros de la Sierra de Guadalupe.

Se hizo un comparativo entre el área de estudio y el trabajo de ropalóceros mexicanos elaborado por Hernández *et. al* (2008b), (cuadro 1), donde se vio que en la Sierra de Guadalupe existe un elevado número de especies en comparación al área total del Estado de México, se obtuvieron 18 de 35 especies de píeridos registradas para el estado que equivalen al 51.4%, estos fueron los mejor representados. La segunda familia fue Papilionidae donde se registraron cinco de las 19 especies que representan el 26.3% del total presentes en el estado, Nymphalidae tuvo 25 de 102 registros para el estado lo que lo que corresponde al 24.5%, Hesperidae tuvo un 21.1% correspondiente a 20 especies de las 95 registradas para el estado; las dos familias minoritarias fueron Lycaenidae con nueve de 54 especies, es decir, solo el 16.6%, cabe destacar que si bien se recolectaron muchos ejemplares de esta familia la mayoría pertenecieron a tres géneros y finalmente de la familia Riodinidae se encontró una especie de 20 registradas para el estado dando el 5% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparativo del número de especies entre la Sierra de Guadalupe y el Estado de México.

Familias	Estado de México (EM) No. de especies Hdz. (2008b)	Sierra de Guadalupe (SG) No. de especies	Proporción porcentual # de spp.
Papilionidae	19	5	26,3
Pieridae	35	18	51,4
Nymphalidae	102	25	24,5
Riodinidae	20	1	5
Lycaenidae	54	9	16,6
Hesperidae	95	20	21,1
Total	325	78	24

Por lo tanto, las 78 especies encontradas en el área de estudio representan un 24%, es decir, casi una cuarta parte de las 325 especies registradas para el Estado de México, lo que da una idea de la alta diversidad de lepidópteros presentes en la zona de

estudio, a pesar del gran impacto que tiene por la zona urbana y las actividades del hombre.

También se efectuó un comparativo del número de especies de mariposas halladas en la Sierra de Guadalupe (zona semiárida) con las registradas para la Sierra Nevada o Eje Volcánico Transversal ubicado al sur de la Ciudad de México (SN, zona templada) por Luna y Llorente (2004) y en Malinalco ubicado al sur occidente del Estado de México (zona cálida) por Hernández *et al.* (2008a), se observaron variaciones en cuanto al número de especies de mariposas entre los diferentes estudios realizados en el Estado de México (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparativo del número de especies entre la Sierra de Guadalupe, Sierra Nevada y Malinalco.

Familia	Sierra Nevada (SN)	Sierra de Guadalupe (SG)	%	Malinalco (M)	Sierra de Guadalupe (SG)	%
Papilionidae	6	5	83,3	16	5	31,5
Pieridae	23	18	78,3	26	18	69,2
Nymphalidae	32	25	78,3	55	25	45,5
Riodinidae	3	1	33,3	12	1	8,3
Lycaenidae	11	9	80,8	30	9	30
Hesperiidae	0	20		74	20	27
Total	75	78	77,3	213	78	36,6

Los hespéridos estuvieron presentes en la zona de estudio con 20 especies y en Malinalco con 74, es decir un 27% mientras que en la Sierra Nevada no se trabajó con los hespéridos. Los papiliónidos fueron las mariposas que en el comparativo resultaron ser los mejor representados con respecto a la Sierra Nevada ya que en esta se registraron seis especies y en el área de estudio cinco, es decir, el 83.3%; caso contrario de Malinalco donde solo se tuvieron cinco de 16, equivalentes al 31.5%. Lycaenidae fue la segunda familia con mayor porcentaje en el comparativo de Sierra Nevada al registrarse nueve de 11 especies presentes en esta zona, es decir, el 80.8%,

caso contrario de Malinalco donde se tuvieron nueve especies de las 30 con un 30%. Los ninfálidos resultaron ser la tercera familia que mayor número de especies tuvo con relación al estudio de la Sierra Nevada, ya que en esta investigación se encontraron 25 de 32 especies lo que representa un 78.83%, un menor porcentaje se halló en Malinalco con un 45.5% equivalente a 25 de las 55 especies. Los piéridos fueron la cuarta familia mejor representadas ya que en la Sierra de Guadalupe se registraron un total de 18 especies que comparados con las 23 de la Sierra Nevada dieron un 78.3% y en Malinalco representaron el 69.2% con 18 de las 26 especies. Los riodínidos fueron los menor representados con tan solo una especie lo cual indicó el 33.3% comparado con los tres registrados en la Sierra Nevada y el 8.3% de las 12 especies de Malinalco (Cuadro 2).

Por lo anterior, se tiene que en la Sierra Nevada ubicada en el eje transversal neovolcánico, presentó una riqueza similar a la Sierra de Guadalupe lo que permite que existan un número parecido de especies entre estas dos zonas, ya que según Luna y Llorente (2004) recolectaron 75 especies y con una revisión actualizada se dio una relación total de 85 especies, que en comparación con el actual trabajo resulta ser que se tiene un porcentaje del 87% de especies. El área de Sierra Nevada se encuentra situada al poniente de la ciudad de México y es una de las más grandes, con condiciones similares a las de Los Dinamos pero con una altitud mayor y una temperatura menor, donde predomina el bosque de pino-encino. Por otra parte, en el estudio realizado por Hernández *et al.* (2008a) en Malinalco, municipio ubicado al sur del Estado de México que cuenta con una gran biodiversidad, se contabilizaron un total 213 especies que comparadas con las que se registraron en la Sierra de Guadalupe se obtuvo un 36% en cuanto a número de especies, este porcentaje se debe a que Malinalco es una zona cálida de bosque tropical caducifolio, por lo tanto, las condiciones de temperatura y humedad son más elevadas permitiendo el desarrollo óptimo de mayor número de especies de mariposas, aun así se considera que el porcentaje de especies para la Sierra de Guadalupe fue elevado ya que se rebasó el 25% de las especies registradas en Malinalco.

Del mismo modo, se observó que en la Sierra de Guadalupe la familia Lycaenidae fue la que tuvo menor variación en cuanto al número de especies, ocupando el segundo lugar con respecto a Sierra Nevada y Malinalco, mientras que Pieridae ocupó el segundo lugar en el Estado de México así como en la SN junto a Nymphalidae, mientras que en Malinalco ocupó el primer lugar, en cuanto a número de especies; Papilionidae solo fue el más representativo en el comparativo con la Sierra Nevada con un 83.3%.

Por último la Sierra de Guadalupe presentó 77.3% de similitud en el número de especies con respecto a la Sierra Nevada, a diferencia de Malinalco y el Estado de México con aproximaciones menores del 36.6 y 24% respectivamente.

Trabajos efectuados fuera del Estado ayudan a comprender la importancia y número de especies que alberga la Sierra de Guadalupe, como el realizado por Luis *et al.* (1990) en la Cañada de los Dinamos en el Distrito Federal, donde registró un total de 91 especies que comparado con las 78 de la Sierra de Guadalupe dio un 81%, es decir, que en la Sierra de Guadalupe existe una riqueza de especies parecida a la de Los Dinamos, a pesar de que esta última zona posee una extensión territorial más grande y está dentro de una zona templada húmeda con condiciones de altitud y precipitación mayores que las de la zona de muestreo, así como una menor perturbación y presión urbana.

Otro estudio llevado a cabo por (Luna, *et al.* 2010) en el área de Cañón de Lobos, Yauatepec, Morelos, estado con una alta diversidad biológica, donde se registraron 145 especies, es decir, comparado con las 75 que se encontraron en la Sierra de Guadalupe representó un 51%; un porcentaje alto ya que el Cañón se encuentra en una zona cálida de selva baja caducifolia a diferencia de la Sierra de Guadalupe.

De acuerdo con Maya-Martínez, *et al.* (2005) quienes hicieron un listado de especies de mariposas diurnas de la selva alta subperennifolia húmeda de la región de Calakmul, obtuvieron 123 especies de mariposas y el estudio en Sierra de Guadalupe presentó solo 78 que equivalen al 63% del número de especies, es decir, más del 50%, lo cual es un porcentaje elevado, si se toma en cuenta la diversidad biológica de esa

zona. Si bien su estudio se genero durante la temporada de lluvias y en esta investigación durante todo el año podría argumentarse que este porcentaje no es representativo, sin embargo, da una idea de la alta diversidad de lepidópteros albergados en la Sierra de Guadalupe en comparación con una selva alta subperennifolia como la de Calakmul.

Riqueza

Los cuatro valores más importantes de riqueza se tuvieron durante los meses de febrero, abril-mayo, julio y noviembre (Figura 22), si bien en la zona de estudio solo se presentaron dos épocas, estiaje (mayo-octubre) y lluvias (noviembre-abril), (Rzedowsky, 2006) y no estaciones como tal, estos valores de riqueza permiten apreciar las variaciones que se dieron en cuanto al número de especies de mariposas a lo largo del año con relación a las épocas.

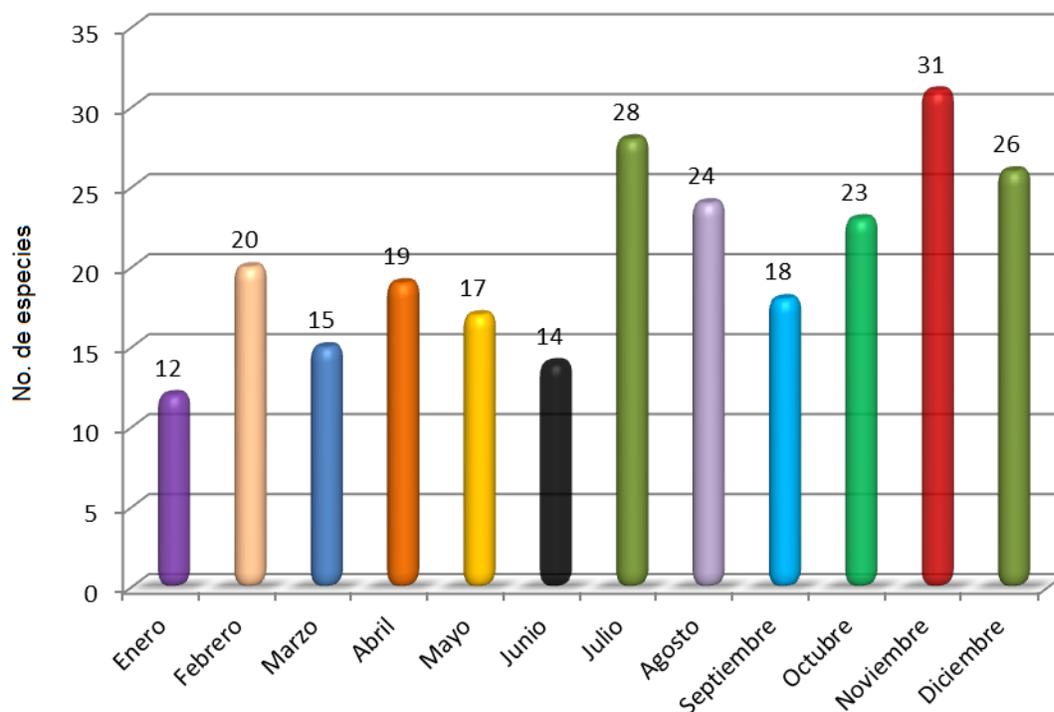


Figura 22. Riqueza de lepidópteros.

Febrero fue un mes del temporal de estiaje, donde se observaron bajas temperaturas y por lo tanto condiciones climáticas desfavorables; como la escasas de alimento, en este mes se encontro el primer valor de riqueza con un total de 20 especies, para el

mes de marzo se observó un decremento de 15 especies en todas las familias, siendo en este mes el segundo registró más bajo del año, solo por detrás de junio, esta caída se remonta rápidamente y el segundo valor estuvo dado en los meses de abril y mayo teniendo un total de 18 especies. El tercero se ubico ya dentro de la temporada de lluvias y fue evidente el incremento en cuanto al número de especies de lepidópteros ya que durante este mes se registrarón un total de 28, destacándose las familias Pieridae y Nymphalidae, este fue el segundo valor de abundancia más alto en todo el año, solo superado por el ultimo valor que se dio en noviembre, mes en el que alcanzó la cifra de 31 especies, representadas en su mayoría por las familias Pieridae y Nymphalidae (Figura 22).

Riqueza específica por familias

A continuación se describe la riqueza específica por familias y por mes en la zona de estudio así como el número de especies de cada una de las familias de lepidópteros (Figura 23).

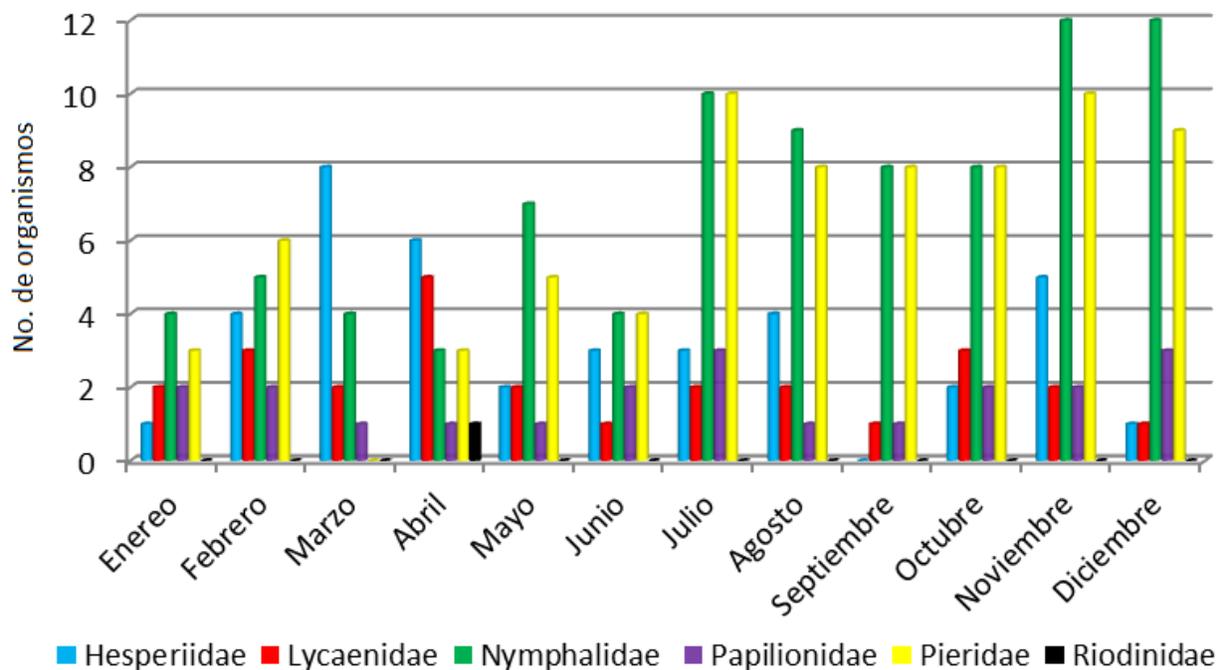


Figura 23. Riqueza específica por familias de lepidópteros.

Los papilionidos tuvieron una distribución sin cambios abruptos y con pocas especies; siendo *Pterourus multicaudata* el papiliónido que se registró durante todo el año; para esta familia existen tres valores de riqueza dados en los meses de enero-febrero, julio y diciembre, si bien es lógico que en la época de lluvia durante julio se incrementó el número de especies, hay que destacar que el primer y tercer valor más alto se hallan en temporada de secas, lo que habla de la tolerancia de esta familia a condiciones desfavorables como lo es el periodo de secas (Figura 23).

En la familia Pieridae se pudieron observar hasta cuatro valores de riqueza, lo cual indica la capacidad que esta familia tiene para adaptarse a las condiciones tan variantes en una zona como la Sierra de Guadalupe, el primer valor se ubicó en el mes de febrero siendo la familia con mayor riqueza, el segundo valor se dio en el mes de mayo donde Pieridae fue la segunda familia con mayor riqueza; en los dos valores siguientes se puede ver claramente como el número de especies se incrementó debido a la temporada de lluvias, en el mes de julio tuvo la mayor riqueza junto con los ninfálidos, esta se redujo en un 10% en los tres meses siguientes y no aumento hasta noviembre donde se tuvieron diez especies al igual que para el mes de julio. La menor riqueza de piéridos ocurrió en marzo, debido a que las condiciones de sequia mermaron drasticamente a las herbaceas unas de sus principales hospederas y por lo consiguiente a estos organismos, esto fue muy claro al no registrarse ninguna mariposa de esta familia durante este mes (Figura 23).

Los ninfálidos, mariposas con una gran riqueza a nivel mundial, tuvieron cuatro valores que coincidieron con los meses de mayor riqueza de los piéridos, a tal grado que incluso incrementan y disminuyen el número de especies simultáneamente, el primero de ellos se dio en febrero y es el unico mes donde se vieron superados por los piéridos, posiblemente esto se debió a que algunas especies de esta familia fueron más susceptibles a la sequia y menos disponibilidad de alimento, en el mes de mayo se observó el segundo valor con una mayor riqueza, el tercero ocurrió en julio con el incremento en la precipitación, en este mes se vio una riqueza igual a la de los piéridos que en los meses siguientes se redujo, aunque rapidamente se recuperó y en el periodo de noviembre-diciembre alcanzó el último y mayor de los valores de riqueza, no

solo de esta si no de todas las familias a lo largo del año demostrando así ser la familia con mayor diversidad en la Sierra de Guadalupe (Figura 23).

Riodinidae presentó una sola especie con un solo ejemplar capturado en el mes de abril, durante la época de secas, lo cual habla de que probablemente esta familia tenga una riqueza restringida en la zona de estudio con apariciones eventuales fuera del periodo de lluvias (Figura 23).

Los licénidos mostraron cuatro valores en los meses de febrero, abril, julio-agosto y octubre, sobresaliendo el segundo con un total de cinco y siendo el mayor número registrado durante el año para esta familia. Cabe destacar que si bien el incremento en este periodo fue notorio, fue una de las familias que menos variación tuvo en cuanto al número de especies. Los meses más adversos para los licénidos fueron junio, septiembre y diciembre; solo la especie *Leptotes marina* se presentó durante todo el año, lo cual habla de que esta especie es multivoltina y con una alta resistencia a las condiciones climáticas presentes en la Sierra de Guadalupe a diferencia de otros lepidópteros de esta misma familia que se consideraron como bi o univoltinos como por ejemplo *Atlides halesus* o *Strymon cestri*, ya que solo aparecieron cuando las condiciones climáticas de precipitación y la disponibilidad de alimento les fueron favorables, esto sin mencionar que *L. marina* tiene como hospedadoras plantas del género *Prosopis* muy abundantes en esta localidad (Figura 23).

Los hespéridos fueron una de las familias que mayor riqueza de especies tuvo, se observaron tres valores para estas mariposas, el primero y más importante por el número de especies fue el que se dio durante el mes de marzo, con un total de ocho donde se tuvo una riqueza superior a la de cualquier otra familia, a pesar de que este mes está dentro de la época de estiaje, al parecer, los hespéridos aprovecharon la disminución de especies de otros lepidópteros (competencia) incrementando su riqueza al mismo tiempo de que se vieron favorecidos por la presencia de sus hospedadoras, si bien, el número de especies de esta familia disminuyó en abril a seis, junto con marzo estos fueron los dos meses en los que los hespéridos alcanzaron una mayor cantidad de especies, además de que al haberse presentado en la época de estiaje la presencia de estas mariposas habla de la alta capacidad que tienen para tolerar las condiciones

climáticas desfavorables de la Sierra de Guadalupe permitiéndoles explotar el poco recurso existente, el segundo valor se localizó dentro de la época de lluvia en agosto con cuatro especies y el tercero en noviembre después de la última floración del año, con un total de cinco, cabe destacar que estos dos últimos valores ubicaron a los Hespéridos como la tercera familia con mayor riqueza solo por detrás de los Piéridos y Ninfálidos, estos tres valores se consideraron como los principales para los Hespéridos; el mes más desfavorable para esta familia fue septiembre donde no se registró ningún organismo.

Abundancia Relativa

Se destacaron cuatro valores durante el año, el primero de ellos fue en la temporada de secas en el mes de febrero, donde se registró un total de 50 organismos correspondiente al 53.9%, si bien era probable que existiera una tendencia a la baja en cuanto al número de individuos debido al periodo de estiaje, tanto Piéridos, Ninfálidos como Hespéridos tuvieron un incremento en el número de individuos durante este mes, esto se debió a la tolerancia y resistencia a condiciones climáticas además de las estrategias adaptativas como lo es el alto espectro de alimentación de algunas de sus especies (Gullan y Cranston, 2005), (Figura 24).

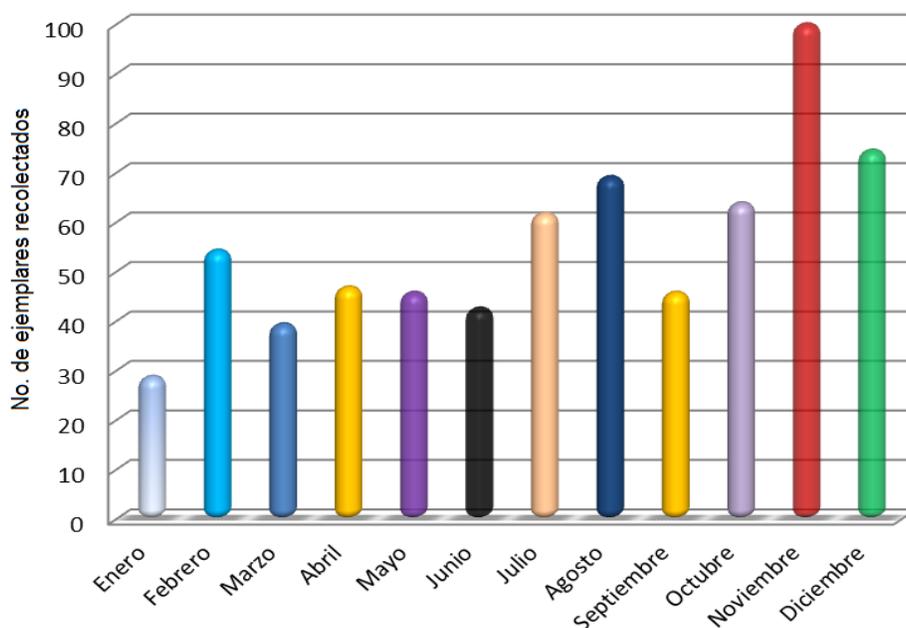


Figura 24. Abundancia Relativa.

El segundo valor estuvo conformado por los meses de abril y mayo, que dentro de la temporada de secas (Figura 25) fueron los más difíciles para las mariposas ya que la precipitación fue nula comparada con el resto de los meses, lo que propicio que se redujeran las cantidades de alimento tanto para adultos como para las larvas, probablemente ésta sea la razón de que se presentara una menor abundancia en estos dos meses que en el primero (Figura 24).



Figura 25. Temporada de estiaje en la sierra de Guadalupe (Tomada por el autor).

El tercer valor se dio a principios de la temporada de lluvias, durante el mes de agosto, donde se observó como el número de lepidópteros se incremento a 65 ejemplares teniendo una abundancia del 22.34%, esto ocurrió a la par de la aparición de nuevas plantas no presentes en la época de estiaje (Figura 26) y con ello la disponibilidad de alimento (Figura 24).



Figura 26. Temporada de lluvias en la Sierra de Guadalupe (Tomada por el autor).

Por ultimo el cuarto valor ocurrió en el mes de noviembre con un total de 94 individuos teniendo este la abundancia más alta durante el año y representando un incremento de 31% (Figura 24).

Se observó que durante octubre y noviembre los adultos de diferentes insectos, entre ellos las mariposas, emergieron para aparearse, posiblemente con el fin de colocar huevos de resistencia o de que sus larvas lograran desarrollarse durante esta la ultima epoca de abundancia del año y puparan para resistir el temporal de sequias, siendo esta epoca la de mayor número de individuos en el área de estudio.

Abundancia relativa por familias.

La familia Papilionidae presentó un 7% de abundancia fue una de las familias menos abundantes ya que si bien se llegaron a presentar en la Sierra no lo hacen con tanta regularidad como las mariposas de otras familias, una de las causas de la poca abundancia puede ser atribuida a que los representantes de esta familia son más comunes en zonas tropicales como lo señala Foottit y Adler (2009), además de que sus hospederas, que si bien, están presentes son poco comunes y por lo tanto las mariposas, además de que los miembros de esta familia vuelan a gran altura lo que hace más difícil recolectarlas.

Pieridae fue la familia más abundante con un 32% del total, lo cual era de esperarse ya que si bien no presentó una riqueza de especies tan grande como Nymphalidae, se encontró bien representada y tiene una amplia distribución en el continente Americano (Arnett, 2000), se observó que en la zona de estudio tanto el encinar como el matorral han sido removidos creando claros donde diferentes plantas crecen con facilidad y abundancia, entre ellas las herbáceas y leguminosas que como lo señala Foottit y Adler (2009) son unas de las principales hospederas de los pieridos.

La Familia Nymphalidae fue la segunda en abundancia con un 30%, esto debido a que en la Sierra de Guadalupe y acorde a lo señalado por Foottit y Adler (2009), muchas de estas especies se presentaron tan solo una vez en el año ya que probablemente fueron organismos univoltinos o poco comunes, sin embargo, la presencia de estos lepidópteros incremento la cantidad de ninfálidos, otra razón se atribuye a que esta familia posee una amplia gama de hospederas lo que permite a sus especies explotar los recursos vegetales disponibles (Arnett, 2000).

Riodinidae presentó un 0.01% lo que la hizo la familia menos abundante de la Sierra de Guadalupe debido a que el único ejemplar recolectado puede corresponder a la única especie que se reporta para el Valle de México *Callephelis perditalis perditalis* (Díaz y Llorente 2011) el haber registrado tan solo un ejemplar de esta familia probablemente se deba a que sus hospederas tengan una distribución restringida en la zona de estudio o a que los factores climáticos durante este año no le hayan sido favorables.

Lycaenidae presentó un 20% de abundancia total, esta familia no fue tan rica pero si tuvo un alto número de individuos como el caso de la especie *L. marina* que se encuentra perfectamente adaptada a las variantes climaticas existentes en la Sierra de Guadalupe, además de explotar una gran cantidad de recursos alimenticios y minerales.

Los hespéridos contaron con un 11% de abundancia, dentro de los ellos la especie *Autochton cellus* fue la más abundante, el resto de las especies se encontraron con porcentajes cercanos al 10% lo cual indico que dentro de los hepéridos existe una distribución más homogénea de la abundancia en sus especies que en otras familias y por lo tanto una abundancia similar durante todo el año.

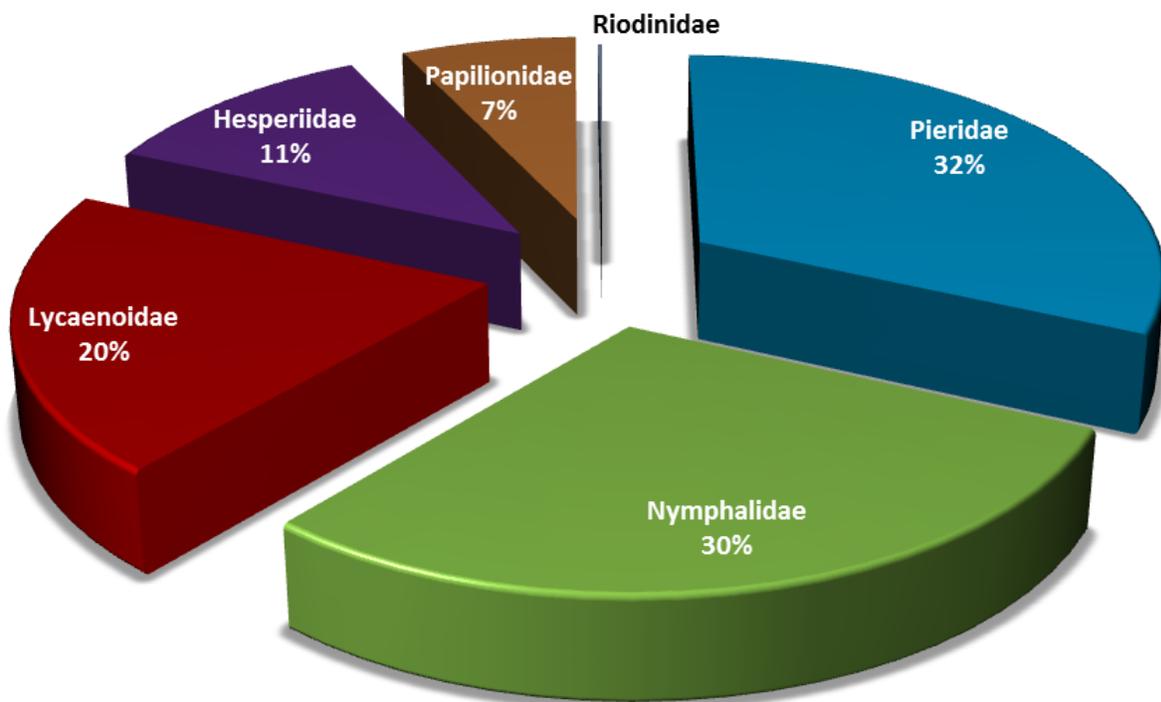


Figura 27. Abundancia Relativa de las familias de lepidópteros.

Abundancia relativa por géneros.

En cuanto a la abundancia de los géneros de Papilionidae (Figura, 28) el 65% del total pertenecieron al género *Pterourus* con la especie *P. multicaudata* quién tuvo la mayor abundancia durante el año, si bien solo se recolectaron dos ejemplares, se realizó el registró visual con el que se identificó a los otros 26 organismos a lo largo del año, le siguió *Papilio* con dos especies *Papilio garamas garamas* y *Papilio polyxenes*, de las cuales la primera solo se registró una vez en el mes de diciembre siendo un organismo poco común en esta zona ya que se observó que no existieron hospederas abundantes que pudieran abastecer una población mayor, mientras que la segunda se registró de mediados de año hasta finales por lo cual se observó que esta especie aprovechó el incremento de alimento propiciado por las lluvias ya que suele alimentarse de herbáceas principalmente de las familias Rutaceae y Apiaceae, finalmente se presentaron los géneros *Battus* (*B. philenor*) con 7% y *Parides* (*P. erithalion*) con un 5%, durante el año, debido a que su distribución es preferentemente hacia zonas tropicales y con menores variaciones en las condiciones ambientales (Foottit y Adler, 2009) (Figura 28).

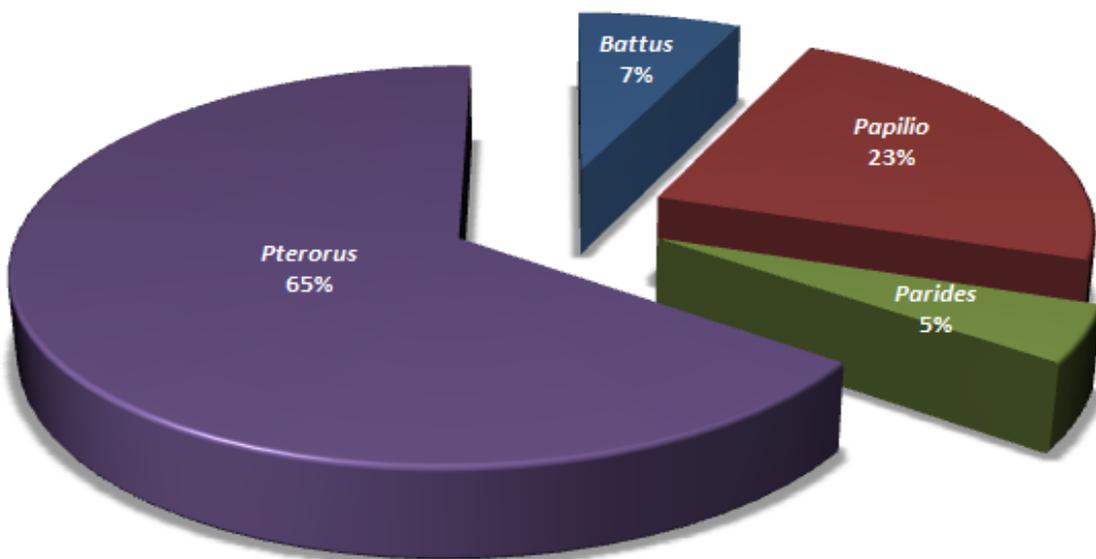


Figura 28. Abundancia relativa de los géneros de papiliónidos.

Pieridae fue la familia con la mayor abundancia, esta familia estuvo dominada por el llamado “complejo eureka” siendo el género *Eureka* el más abundante y diverso al tener cinco especies que equivalen al 25% del los piéridos registrados en la Sierra de Guadalupe, es decir, una cuarta parte de las especies de esta familia se encontraron en este complejo, según Arnett (2000) sus principales hospederas son las fabáceas muy típicas en la zona lo que hizo comunes a estas mariposas, además, de ser unos de los lepidópteros con una mayor distribución tanto en Centro como en Norteamérica y por ende en nuestro país.

Después se encontró *Catantacta* con un 18% (*Catantacta nimbice*) a pesar de que *Eureka* tuvo el 24% y *Catantacta* el 18% *C. nimbice* fue la especie más abundante de los piéridos ya que se encontró como única especie; estas mariposas prefieren como hospederas plantas del orden de las Santanales. *Nathalis* se registró con una especie (*Nathalis iole*) y tuvo un 17% de abundancia, lo que la convirtió en la segunda especie más abundante; Arnett (*op. cit.*) señala que es una mariposa con un amplio espectro de alimentación tanto de plantas nutricias como hospederas principalmente de la familia Asteraceae, algunos géneros de plantas hospederas de *Nathalis* son *Helenium*, *Bidens*, *Dyssodia* y *Tagetes*, lo que hace suponer la alta abundancia de esta especie durante el estudio.

El siguiente género estuvo representado por *Colias* con dos especies (*C. eurytheme* y *C.(Z) sesonia*) con una abundancia del 10%, las que estuvieron bien representadas en la zona debido a que hubo hospederas pertenecientes al género *Cassia* y aunque en menor cantidad con respecto a otras plantas como *Prosopis*, estas estuvieron presentes en la zona de estudio. Uno de los géneros más abundantes en el Valle de México es *Leptophobia* y la especie *L. aripa* (Llorente *et. al.*, 1997), para la Sierra de Guadalupe se reportó con un 9% de abundancia, que si bien, no fue tan abundante como en otras localidades del Valle de México, se debió a que la zona de estudio se encuentra perturbada, sin embargo, no se han introducido plantas exóticas (como su hospedera el mastuerzo *Tropaeolum majus*) que favorezca el incremento de su población.

Finalmente se encontraron los géneros *Anteos* (*A. clorinde* y *A. maerula*) con el 8%, *Phoebis* (*P. agarithe*, *P. philea* y *P. sennae*) con 6% *Anthocharis* (*A. limonea*) con 6% y *Appias* (*A. drusilla*) con el 1% y que no por presentar una menor abundancia fueron menos importantes, al contrario mostraron la abundancia y diversidad que pueden llegar a presentarse en la Sierra de Guadalupe, esto debido a los diferentes microclimas que se presentan en la Sierra.

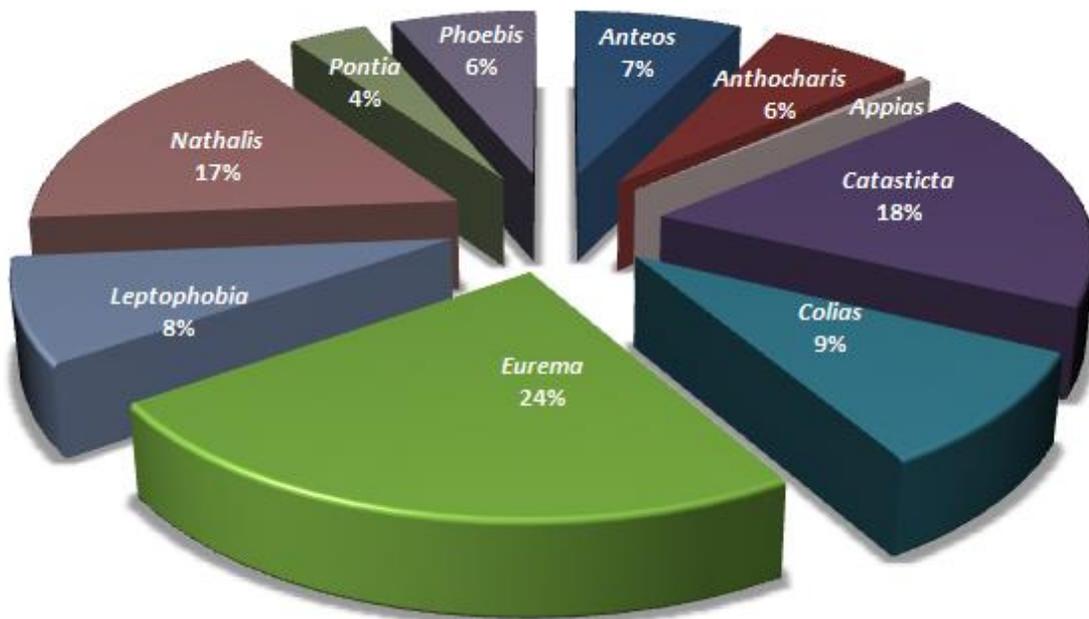


Figura 29. Abundancia relativa de los géneros de piéridos.

Nymphalidae fue la segunda familia más abundante, existiendo heterogeneidad en la composición taxonomica y donde solo unos pocos géneros dominaron, dos de estos tuvieron el 45 % de abundancia de la familia, es decir casi la mitad de los organismos encontrados, el primero y más grande de ellos *Phyciodes* con dos especies: *P. texana* y *P. ardis*, este género tendió a ser muy común durante el estudio ya que las hospederas de sus especies pertenecen principalmente del género *Aster* de la familia de las Asteraceae como lo menciona Arnett (2000), plantas perennes o anuales que en esta investigación estuvieron presentes durante todo el año, además se observó que los adultos tuvieron preferencias por las flores de arbustos, siendo estos uno de los elementos vegetacionales predominantes en la zona además de que tuvieron floración

fuera del periodo de lluvias (Figura 30 a y b) lo cual representó una fuente importante de alimento para los adultos durante el temporal de secas.

Dione fue el otro género dominante con dos especies *D. moneta* y *D. junco*, de esta última solo se recolectó un ejemplar, este fue un caso curioso ya que sus hospederas se ubican dentro de la familia Passifloraceae, plantas bien representada en nuestro país; en la zona de estudio no se encontró durante los recorridos de campo siendo probable que se localice fuera del area que se trabajo o en zonas aledañas como plantas ornamentales las cuales fungen como hospederas e incluso cabe la posibilidad de que exista otra especie a fin a las pasionarias que pueda ser consumida por las larvas de *Dione* y por lo tanto, aparecieran durante todo el año con una abundancia elevada de 21%.



Figura 30 Arbusto floreciendo en temporal de estiaje, a) vista completa, b) acercamiento (Tomada por el autor).

El tercer género fue *Vanessa* con el 13%, sin embargo, a pesar de ser menos abundante que los dos anteriores este tuvo mayor riqueza ya que cuenta con las especies *V. annabella* *V. cardui* *V. virginensis* y *V. atalanta*, estas mariposas son muy comunes en Norte America (Arnett, 2000) y su éxito probablemente se debió al amplio espectro de hospederas que tuvieron, principalmente plantas de las familias Fabaceae, Malvaceae, Asteraceae y Urticaceae que representan su principal fuente de alimento como Arnett (2000) lo señala; de aquí que estas mariposas fuesen abundantes aunado probablemente a la gran capacidad que tienen para soportar inviernos muy frios permitiendoles mantenerse en la zona sin la necesidad de migrar como lo indica Abbot (1951), los géneros *Danaus*, *Chlosyne*, *Nymphalis* y *Junonia* presentaron una

abundancia del 6% cada uno; para *Danaus* se registraron las especies *D. plexippus* y *D. gilippus*, la primera de ellas es una de las mariposas más conocidas por realizar migraciones a lo largo de un continente, (mariposa monarca) y la segunda (mariposa reina) fueron dos especies abundantes en algunos periodos del año, esto se debió a que algunas de estas tuvieron descendencia durante el estudio, sus hospederas pertenecen al género *Asclepias* (Apocynaceae) que se observaron en los claros y partes más altas de la Sierra.

El siguiente género fue *Chlosyne* con *C. janais* y *C. lacinia* de esta ultima solo se recolectó un ejemplar, estas mariposas según Arnet (2000) suelen ser muy comunes en determinadas zonas templadas, en este trabajo llego a ser abundante a mediados de año, gracias a la presencia de plantas asteráceas como *Ambrosia*, *Xanthium*, *Verbesia* y *Heliantus* (girasol). *Nymphalis* representó el tercer género con una especie recolectada *N. antiopa*, este ninfárido tiene como hospederos a sauces de la familia Saliaceae (*Populus* y *Salix*) así como olmos o chopos Betulaceae (*Betula*), de amplia distribución lo que le permitió desarrollarse a lo largo del año.

Junonia se registró con las especies *J. coenia* y *J. evarete*, de las cuales la primera fue abundante ya que cuenta con hospederas que se pueden encontrar en la mayor parte del año principalmente de las familias Scrophulariaceae o Plantaginaceae con géneros como *Antirrhinum*, *Linaria* y *Plantago*, todas perennes o anuales muchas de ellas del viejo continente pero que se han logrado naturalizar, así como también, el género *Ruelia* de la familia Acanthaceae sirve como hospedera, mientras que de la especie *J. evarete* solo se encontró un ejemplar, probablemente debido a que su distribución es más tropical.

Con una menor abundancia se presentaron *Pontia* y *Euptoieta* cada una con 4%, *Libytheana* con 3%, *Smyrna* y *Texola* con 2% cada una y *Myscelia*, *Gyrocheirus*, *Diaethria*, *Annaea* y *Agraulis* con un 1% cada una (Figura, 31).

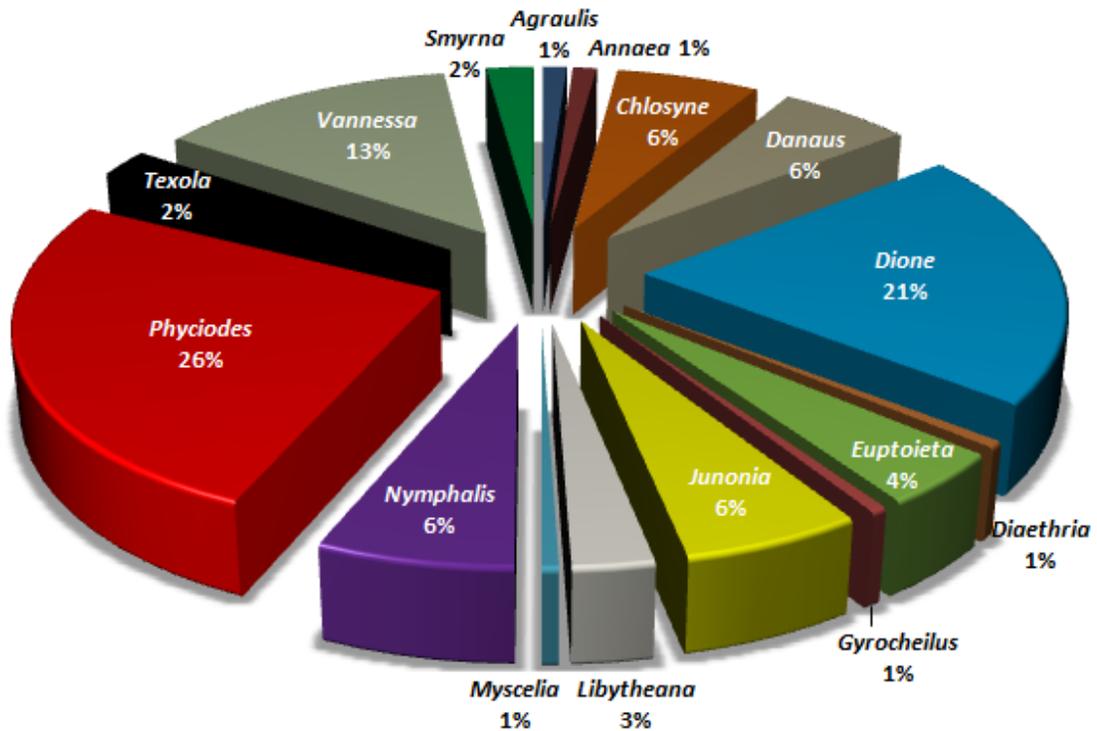


Figura 31. Abundancia relativa de los géneros de ninfálidos.

En la familia Lycaenidae (Figura 32) *Leptotes* (*L. marina*), fue el que tuvo la mayor abundancia con un 66%, esto se debió a que las hospederas de sus larvas en esta zona son principalmente leguminosas; de acuerdo a Arnett (2000) quien señala que este tipo de plantas son alimento de las larvas, pudiendo ser el género *Astragalus*, integrado por muchos arbustos pequeños, hasta algunos de mayor tamaño y muy conocidos como *Prosopis* (mezquites) y *Medicago* donde se ubica la alfalfa (*Medicago sativa*), lo que indica que las larvas tuvieron recurso alimentario disponible durante todo el año ya que varias plantas como los mezquites fueron comunes en esta zona y si bien muchos de estos son perennes, se observó que los periodos de producción foliar entre las especies presentes estuvieron desfasados, por lo tanto, este factor pudo contribuir en gran medida a que la población de *Leptotes* fuera estable, siendo los cambios estacionales y las lluvias los factores que probablemente afectaron a las poblaciones.

Se encontró el género *Hemiargus* (*H. ceraunus* y *H. isola*) que al igual que *Leptotes* tuvo como hospederas a las leguminosas y acacias como *Cassia* spp. encontradas en la Sierra de Guadalupe pero con una menor abundancia en comparación con *Prosopis*;

el género *Ceslastrina* (*C. ladon*), con un porcentaje de 10%, apareció a principios, mediados y finales de año coincidiendo con el brote de herbáceas, principales hospederas de estas mariposas, por último y minoritariamente se encontraron los géneros *Atlides* (*A. halesus* y *A. gaumeri*) con 4%, *Callophrys* (*C. xami*) 1% y *Strymon* (*S. cestri*) con un 1%.

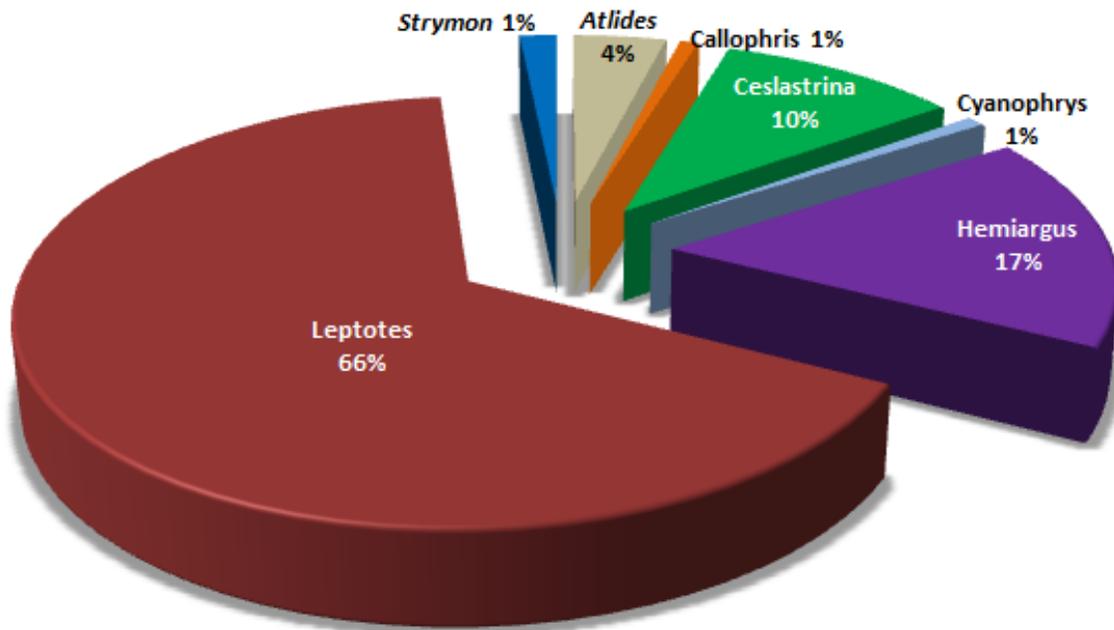


Figura 32. Abundancia relativa de los géneros de licénidos.

Hesperiidae fue la familia donde la abundancia entre sus géneros estuvo repartida más homogéneamente (Figura 33) ya que seis de los 13 géneros sumados representaron más del 70% de la abundancia total, *Autochton* fue el más abundante con un 21% y su especie *A. cellus* lo convirtió en el hespérico más abundante, el alto porcentaje encontrado de estos organismos se debió posiblemente a que sus principales hospederas son fabáceas como lo indica Arnett (2000) principalmente del género *Desmodium*, las cuales fueron muy comunes en la zona de estudio, además, Rzedowsky (2006) habla de que este género tiene como centros de diversificación a Brasil y México por lo cual se pudo encontrar a *Autochton* en el área de estudio. *Staphylus* (*S. tepeca*) presentó un 13% de abundancia, se encontraron sobre hospederas como *Achyranthes* y *Celosia* (Amaranthaceae); fueron organismos muy abundantes.

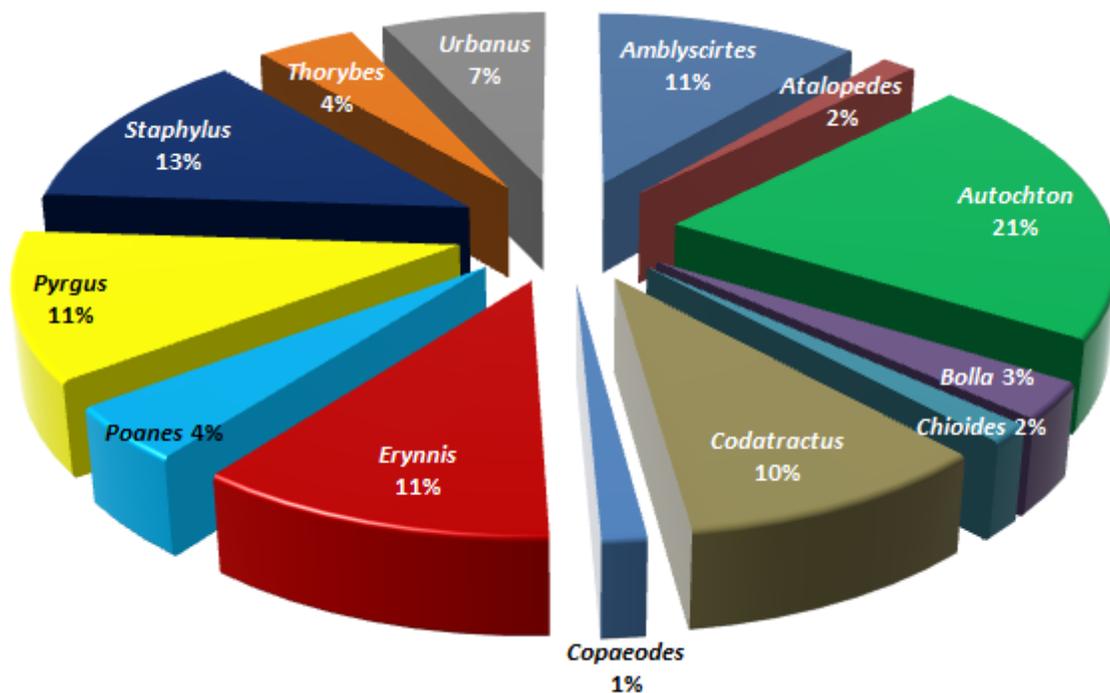


Figura 33. Abundancia relativa de los géneros de hespéricos.

Seguidos a estos se tuvieron los géneros *Amblyscirtes*, *Pyrgus* y *Erynnis*, con un 10% de abundancia cada uno, *Amblyscirtes* se registró con dos especies *A. fimbriata* y *A. fluonia*, siendo la primera de estas la más abundante, se les encontró en la zona de estudio sobre sus hospederas *Bromus*, *Elymus* y *Dactylis* (Poaceae) que están

ampliamente distribuidas, e incluso algunas de ella tienen importancia forrajera; lo cual pudo incrementar las posibilidades reproductivas de este género. Seguidamente se tuvieron las especies *P. comunis* y *P. oileus*, del género *Pyrgus*, la primera fue muy común y con una amplia gama de hospederas como *Callirhoe*, *Abutilon*, *Sida*, *Althaea* (Malvaceae). Por otra parte, se registraron cuatro especies de *Erynnis* (*E. tristis*, *E. juvenalis*, *E. pacuvius* y *E. funeralis*), si bien este género tuvo el mismo porcentaje que *Amblyscirtes* y *Pyrgus* se puede decir que no solo fue abundante sino también diverso ya que se registraron cuatro especies, es decir, el doble que los dos anteriores.

Además, se encontró al género *Codatractus* con un 10% teniendo fabáceas como *Eysenhardtia* de hospederas, por último, se registró a *Urbanus* con el 7% y teniendo a *Phaseolus*, *Clitoria* y *Desmodium* (Fabaceae) de hospederas, *Poanes* y *Thorybes* cada una con el 4%, *Bolla* 3%, *Atalopedes* y *Chioides* con un 2% cada una y *Copaeodes* con el 1%.

Relación lepidópteros-precipitación.

De acuerdo a CONAGUA (2011), se debe destacar que en México, el 68 % de la precipitación normal mensual se presenta entre los meses de junio y septiembre, por lo cual se esperaría que el mayor número de organismos se encontraran en esta temporada ya que existe una mayor cantidad de alimento disponible, sin embargo, se observó que existieron tres valores a lo largo del año.

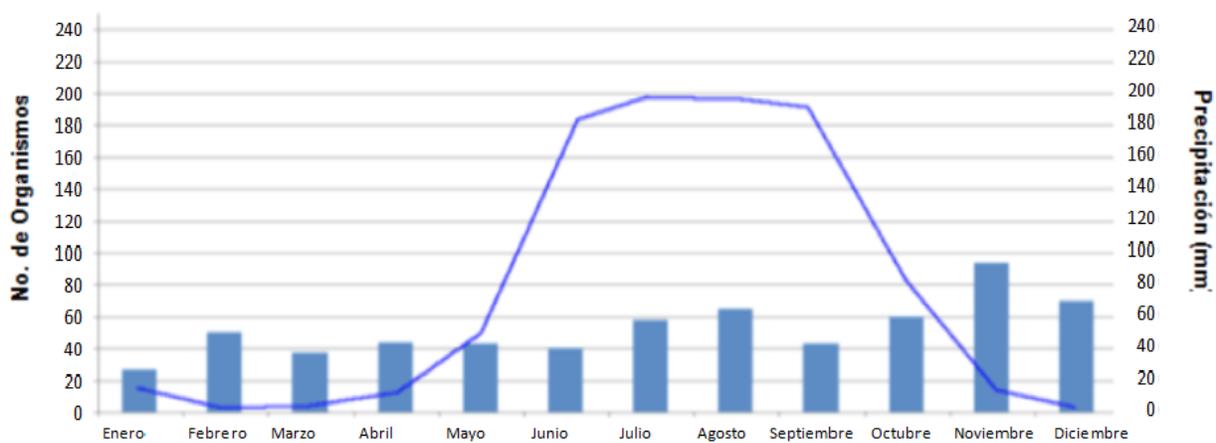


Figura 34. Número de organismos con relación a la precipitación (2011).

El valor más alto fue durante el periodo de octubre-noviembre, meses posteriores a la temporada de lluvia, en este último mes fue cuando se registró el mayor número de organismos llegando a los 94 ejemplares, esto pudo ser debido a que en este periodo tanto la precipitación como la temperatura disminuyen considerablemente y por lo ende la cantidad de alimento se vio mermada, los organismos que se encontraban como larvas se prepararon para pupar y emerger; es por ello, que se registró la mayor cantidad de adultos, esta emergencia se debió a la necesidad que tienen las mariposas por reproducirse para colocar huevos de resistencia y aprovechar los últimos recursos vegetales por parte de las orugas e intentar pupar para permanecer en estado de aletargamiento durante los próximos meses, considerados como los más desfavorables para la supervivencia de las mismas, así, los sobrevivientes a este periodo emergerán nuevamente cuando las condiciones les son nuevamente favorables, es decir, hasta la próxima temporada de lluvias. Aunado a lo anterior cabe mencionar que otro factor que probablemente llevo a un incremento de mariposas durante el mes de noviembre fue la última floración observada en el año durante el mes de octubre, donde el alimento principalmente para los imagos en forma de néctar fue abundante.

El segundo valor se presentó durante los meses de julio y agosto que fueron intermedios en el periodo de lluvia por lo tanto, es posible que las semillas esparcidas por las plantas durante el temporal de secas comiencen a tener producción foliar posterior a su germinación, por otra parte, tanto árboles como arbustos volvieron a tener brotes nuevos, por lo cual, la disponibilidad de alimento se incrementó y el número de mariposas también.

El tercer valor fue para el mes de febrero, este apenas sobresale por encima de los meses enero, marzo, abril, mayo y junio, porque durante todos estos meses el incremento-decremento en el número de lepidópteros fue mínimo.

Por lo tanto, el factor precipitación fue determinante en cuanto al aumento o disminución en las poblaciones de mariposas en el área de estudio ya que intensificó y restringió la cantidad de alimento tanto para las larvas como para los imagos.

Fenología

Durante el año se observaron cambios en cuanto a la composición de cada una de las familias de mariposas diurnas frente a los cambios estacionales y climáticos en el ambiente, que influyeron directamente sobre las plantas y por lo tanto, en los lepidópteros, esto porque son principalmente fitófagos en la etapa larvaria y nectívoros como adultos. Las fluctuaciones de abundancia de estos organismos estuvieron íntimamente ligadas a la disposición de alimento de comunidades vegetales que los abastezcan.

Fenología por familia

Los incrementos y disminuciones en el número de lepidópteros se vieron reflejados en el transcurso de los meses influyendo directamente sobre la presencia de las mariposas durante el año, las condiciones de las épocas de sequía y lluvia fueron factores que pudieron determinar la distribución temporal de los lepidópteros.

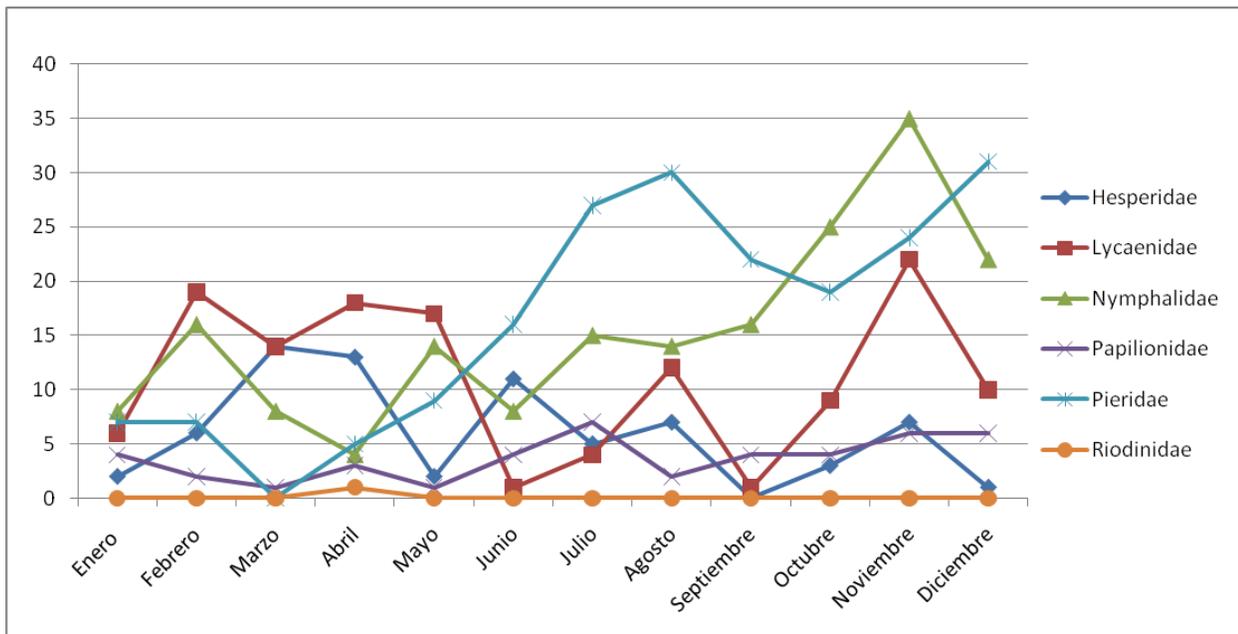


Figura 35. Fluctuación poblacional de las familias de lepidópteros durante el estudio.

Una de las familias con menor presencia de ejemplares a lo largo del año fue Papilionidae, donde el promedio de ejemplares recolectados por mes fue de cinco debido a que existieron pocas hospederas en la localidad, se alcanzaron dos valores

importantes; uno en el mes de julio durante la temporada de lluvia, con siete organismos, el otro en noviembre y diciembre a principios y mediados de la temporada fría, cada uno con seis organismos, siendo los meses anteriores, donde se registraron la mayor cantidad de individuos. Existió poca variación en cuanto a la aparición de estas mariposas con respecto al tiempo, esto se explica por los hábitos alimentarios que tiene la familia ya que sus larvas consumen principalmente el follaje de árboles los cuales tienen mayor resistencia a las condiciones climáticas y si bien muchos de ellos son perennes, en cañadas donde existe una humedad relativamente alta casi todos mantuvieron sus hojas a lo largo del año, un ejemplo fue la presencia prácticamente ininterrumpida de la mariposa *Pterourus multicaudata*, que en estado larvario se alimentó principalmente del follaje de árboles de los géneros *Fraxinus* (fresno) y *Prunus* (Durazno) a diferencia de la poca presencia de *Battus philenor* que se alimentó como lo señala Rausher (1981) del género *Aristolochia*, plantas que se ven mejor favorecidas durante el temporal de lluvias ya que muchas de ellas son herbáceas anuales y por lo tanto, se restringe su periodo de aparición en la Sierra.

Pieridae tuvo el registro más bajo del año durante la temporada de estiaje, en especial en marzo, así como el periodo frío comprendido por enero-febrero donde se observó que el número de ejemplares recolectados fue menor a los cinco, estos fueron los meses más desfavorables para ésta familia; probablemente debido a que los piéridos en esta zona dependieron principalmente de herbáceas (muchas de ellas anuales) y algunas plantas de la familia Fabaceae que en su mayoría son perennes y que en la Sierra se presentaron como arbustos y muy pocos como árboles, todo este tipo de vegetación sujeta al régimen de lluvias (Rzedowsky, 2006) factor determinante en la cantidad de biomasa foliar que pueda estar disponible para los piéridos; como en mayoría de las familias después de sufrir una disminución en el número de organismos se observó un incremento durante el mes de marzo hasta llegar al primer valor en agosto con 30 ejemplares siendo el tercer valor más alto a nivel de familias, solo por detrás del primero que se presentó en noviembre para los ninfálicos y el segundo del mes de diciembre para los piéridos. De este modo se observó que dos familias alcanzaron valor de abundancia en diferentes meses, evitando la competencia directa y permitiendo un desarrollo satisfactorio de sus especies en diferentes tiempos como lo

indica Pirce (1997). El segundo valor pero el más importante en los piéridos se alcanzó en diciembre a diferencia de las demás familias que se vieron disminuidas en número durante el mismo mes; como en otras mariposas en el caso de los piéridos el incremento de organismos se da ya que intentan aprovechar la última temporada de abundancia de alimento, antes de que la temporada fría recrudezca. El valor más alto alcanzado fue durante la temporada de lluvias en agosto, esto debido a que la disponibilidad de alimento tanto de plantas nutricias como hospederas se incrementó; para septiembre se dio una disminución considerable de organismos a pesar de que el recurso fue abundante y la temporada de floración de octubre estuvo cercana, esto se atribuyó a dos posibles situaciones, la primera de ellas a la muy común sucesión de especies vegetales (Rzedowsky, 2006) en esta parte del año, mientras que la segunda a que durante los meses de agosto y septiembre los anisópteros *Rhionaeschna multicolor* (Figura 36) alcanzaron una emergencia considerable llegando al punto de enjambrar, depredando todo lo existente en la zona de estudio siendo los piéridos pequeños los más vulnerables y fáciles de capturar por los odonatos, esto se reflejó en la recolección de las mariposas de esta familia.



Figura 36. *Rhionaeschna multicolor* (Tomada por el autor).

Nymphalidae presentó un incremento en el número de organismos al transcurrir el año hasta el mes de diciembre, esto probablemente se debió a que estas mariposas tienen una gama amplia de plantas tanto hospederas como nutricias (De la Fuente, 1994), de esta manera y en la mayoría de los casos se evita una competencia directa entre las mismas (Pirce, 1997), existen tres valores en los cuales se diferencian los incrementos del número de ninfálidos, el primero se presentó durante el mes de febrero donde se observó que estos lepidópteros recurrieron constantemente a las represas que aunque con poca agua tuvieron abundante limo para tomar minerales (Figura 37) que les sirven para alcanzar la madurez sexual, reproducirse y colocar huevos de resistencia según Gullan y Cranston (2005); cabe destacar que si bien es un valor elevado en cuanto a la abundancia de mariposas no lo es en la diversidad de especies ya que en este mes solo se cuantificaron cuatro especies diferentes, el segundo valor como era de esperarse sucedió durante el mes de mayo donde las condiciones no fueron las más favorables pero si se notó un incremento debido a las primeras precipitaciones que favorecieron el brote de las primeras plantas anuales.



Figura 37. Ninfálido (*Dione moneta*) tomando minerales del limo (Tomada por el autor).

El tercer valor fue en julio ya entrada la temporada de lluvias y por último el valor más alto se alcanzó en noviembre, mes en el que a diferencia de febrero si se observó una notoria diversidad de ninfálidos en la zona de estudio, esto se debió probablemente a que fue el final del temporada húmeda y se observó la última floración del año durante el mes de octubre; por lo tanto, los organismos emergieron para dejar huevos de resistencia e incluso para intentar pupar antes de entrada la temporada fría.

Por otra parte, el mes más desfavorable para estas mariposas se presentó en abril donde su número se redujo hasta por debajo de los cinco ejemplares, siendo esto comprensible debido a que fue uno de los meses más secos y con menor cantidad de biomasa en cuanto a plantas en la Sierra, cuestión que seguramente impacto directamente en el número de mariposas en la zona.

De la familia Riodinidae se recolectó un solo ejemplar en el mes de abril lo que hace suponer que es una especie ocasional y poco común en la zona de estudio.

Los licénidos estuvieron presentes a lo largo del año en tres ocasiones, las dos principales se encontraron fuera del periodo de lluvia, la primera ocurrió en febrero y la segunda en abril, esto probablemente a que si bien es el periodo de secas y muchas de sus hospederas principalmente pastos y leguminosas (Poaceae y Fabaceae), se ven disminuidas, ausentes o sin follaje, también tienen hospederas resistentes a la sequía como las Crassulaceae, aunado a esto se observó que los licénidos pudieron prevalecer gracias a otros dos factores como lo fueron la disposición de una fuente rica de minerales (Figura 38) que quedan expuestos al disminuir el nivel del agua en las represas (Richards, 1984) así como el crecimiento de hojas que sirvieron de alimento para las larvas, algunas especies arbustivas de mezquites ubicadas en las cañadas de la barranca estuvieron favorecidas tanto por los escurrimientos como por la acumulación de humedad; estas fueron las condiciones que posiblemente permitieron tener una mayor presencia de organismos de esta familia en la época de estiaje, principalmente para el género *Leptotes* que correspondió al 66% de los géneros de esta familia en la zona en la temporada de lluvia. Se observó que durante el mes de junio la población de licénidos disminuyó, esto comenzó con las primeras lluvias en mayo, porque muchas de estas son torrenciales (CONAGUA, 2011) y debido a que las

larvas de los licénidos presentan apéndices poco prensiles no tuvieron la suficiente adherencia sobre las hojas como para mantenerse sujetas, por lo tanto, fueron arrastradas por el agua y murieron ahogadas.



Figura 38. Lycaenidae (*Cyanophrys longula*) adquiriendo minerales de suelo arcilloso (Tomada por el autor).

Otro factor que se consideró fue, que hubo una mayor cantidad de plantas (principalmente herbáceas), que se vieron favorecidas por las lluvias, invadiendo el espacio y compitiendo directamente con las principales hospederas de los licénidos, aunado a esto se incrementó la competencia por el recurso con las larvas de píeridos y ninfálidos a la par de una disminución de las orillas lodosas de los cuerpos de agua ricas en arcilla por el incremento en el nivel de los mismos; estas fueron las posibles causas de la disminución de individuos hasta los cinco, sin embargo, el tercer valor se presentó durante el mes de agosto ya que otras especies de la misma familia y nuevas hospederas estacionales aparecieron favoreciendo el incremento en el número de individuos; pasado este mes, se volvió a observar una nueva disminución en el número de individuos que rápidamente se recuperó durante septiembre donde se observó una sucesión de flora y se encontraron nuevos individuos, el cuarto y último valor se dio en

noviembre al igual que en papiliónidos y ninfálidos; no así en los piéridos que siguieron con un incremento en su población preparándose para la temporada fría.

Hesperiidae fue la familia en la cual se obtuvo la mayor variación en su fenología, esto porque muchas de las especies presentes en la zona probablemente fueron univoltinas lo que hace que las poblaciones se incrementaran rápidamente en determinada estación y desaparecieran repentinamente; dando oportunidad de desarrollarse a otra especie univoltina y así evitando la competencia directa por las plantas hospederas, es por eso que este incremento fue proporcional a las especies de hespéridos presentes en la zona; ligado a lo anterior, se observó una relación estrecha entre muchas de las especies de hespéridos y sus hospederas principalmente con las herbáceas y las anuales, otros hespéridos como por ejemplo *Thorybes mexicana* se consideraron como eventuales y con una baja probabilidad de presentarse en la zona ya que algunos de estos son característicos del encinar y este se ubica en la parte superior de la Sierra; por lo que solo se encontraron en la zona posiblemente porque se vieron arrastrados por corrientes de aire descendentes o al bajar a los arroyos y a las orillas de los cuerpos de agua a beber y adquirir nutrimentos necesarios para su desarrollo.

Chapin II *et. al* (2001) hace mención a que algunos factores en zonas perturbadas alteran la fenología de las plantas, modificando sus ciclos biológicos y prolongando su presencia en tiempos que de manera natural no deberían de ocurrir; mientras que Pirce (1997) señala que los cultivos, el riego y los fertilizantes también afectan la fenología de las plantas, por eso en ocasiones reportes de años anteriores cuando ciertas zonas no se encontraban tan perturbadas no empalman con lo reportado actualmente. Estas características se observaron al encontrar especies de mariposas fuera de ciclo, debido a las alteraciones (remoción de la vegetación original, invasión de viviendas, pastoreo intensivo, entre otras) que estas localidades han sufrido.

Asimismo Pirce *op. cit.* menciona que la introducción de especies vegetales exóticas llevan consigo organismos de otras regiones (como las mariposas) lo que altera la composición taxonómica original de determinada área.

Fenología por especie

Con relación a la fenología se encontraron 13 especies las cuales se presentaron por seis o más meses, estas representaron el 16.6 % de las 78 mariposas registradas, las cuales pueden considerarse como residentes y con especies multivoltinas. De este porcentaje se tuvo que los piéridos y los ninfálicos fueron las dos familias con mayor número de especies presentes a lo largo del año y que sumadas representaron el 76.8%.

Cuadro 3. Fenología de las especies.

ESPECIE	M E S E S											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
<i>Battus philenor</i>	X	X	X									
<i>Papilio garamas garamas</i>												X
<i>Papilio polyxenes</i>						X	X			X	X	X
<i>Parides erithalion</i>							X					
<i>Pterourus multicaudata</i>	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Appias drusilla</i>								X				
<i>Anteos clorinde</i>		X			X							X
<i>Anteos maerula</i>								X	X			X
<i>Anthocharis limonea</i>						X		X				
<i>Catasticta nimbice nimbice</i>	X	X			X		X	X	X	X	X	X
<i>Colias eurytheme</i>										X	X	
<i>Colias (Zerene) cesonia</i>		X		X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Eurema daira</i>							X					
<i>Eurema mexicana</i>	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Eurema nicippe</i>						X		X				
<i>Eurema nise</i>							X					
<i>Eurema salome</i>		X					X				X	
<i>Leptophobia aripa</i>		X					X		X	X	X	X
<i>Natalis iole</i>	X			X				X	X	X	X	X
<i>Phoebis agarithe</i>											X	
<i>Phoebis philea</i>							X			X	X	X
<i>Phoebis sennae</i>					X	X	X		X	X		
<i>Pontia protodice</i>							X			X	X	X
<i>Agraulis vanillae</i>								X	X			
<i>Anaea aidea</i>										X		
<i>Chlosyne janais</i>					X			X				
<i>Chlosyne lacinia</i>											X	
<i>Danaus gilippus</i>					X			X		X	X	X

Cuadro 3. Fenología de las especies.

ESPECIE	M E S E S											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
<i>Danaus plexippus</i>								X		X		
<i>Diaethria bacchis</i>							X					
<i>Dione juno</i>			X									
<i>Dione moneta</i>	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Euptoieta claudia</i>										X	X	
<i>Euptoieta hegesia</i>							X	X			X	X
<i>Gyrocheilus patrobas</i>							X					
<i>Junonia coenia</i>						X	X	X	X	X	X	X
<i>Junonia evarete</i>							X					
<i>Libytheana carinenta</i>		X								X		X
<i>Miscelia cyaniris</i>												X
<i>Nymphalis antiopa</i>	X	X	X			X				X	X	X
<i>Phyciodes ardys</i>	X	X			X	X	X	X				X
<i>Phyciodes texana</i>	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Smyrna blomfieldia</i>							X		X	X	X	
<i>Texola elada</i>								X				
<i>Vanessa annabella</i>					X		X			X	X	X
<i>Vanessa atalanta</i>					X				X			
<i>Vanessa cardui</i>									X		X	X
<i>Vanessa virginiensis</i>				X					X			X
<i>Calephelis sp.</i>				X								
<i>Atlides halesus</i>				X						X	X	
<i>Atlides gaumeri</i>				X						X		
<i>Callophrys xami</i>		X										
<i>Ceslastrina ladon</i>	X			X				X				
<i>Cyanophrys longula</i>				X								
<i>Hemiargus ceraunus</i>							X					
<i>Hemiargus isola</i>	X	X		X	X							
<i>Leptotes marina</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Strymon cestri</i>			X									
<i>Amblyscirtes fimbriata</i>			X	X								
<i>Amblyscirtes fluonia</i>			X									
<i>Atalopedes campestris</i>			X									
<i>Autochton cellus</i>			X			X		X				
<i>Bolla subapicatus</i>							X					
<i>Chioides zilpa</i>		X										
<i>Codattractus briaxis</i>			X	X		X		X				
<i>Copaeodes minima</i>											X	
<i>Erynnis funeralis</i>	X	X									X	
<i>Erynnis juvenalis</i>			X									

Cuadro 3. Fenología de las especies.

ESPECIE	M E S E S											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
<i>Erynnis pacuius</i>		X										
<i>Erynnis tristis</i>					X			X				
<i>Poanes melana melana</i>										X		
<i>Pyrgus comunis comunis</i>			X				X	X		X	X	X
<i>Pyrgus oileus</i>							X					
<i>Staphylus tepeca</i>		X	X	X								
<i>Thorybes mexicana</i>				X								
<i>Thorybes pylades</i>				X		X						
<i>Urbanus dorantes</i>				X						X	X	
<i>Urbanus proteus</i>										X	X	

Dentro de los piéridos la especie *Eurema mexicana* tuvo la mayor presencia al registrarse durante once meses con excepción de marzo, esto porque es una de las especies más comunes en zonas templadas y tropicales de México (Arnett, 2000), *Catantixia nimbae nimbae* y *Colias (Zerene) cesonia* se presentaron durante nueve meses, la primera especie no se registró en marzo, abril y junio y la segunda para enero, marzo y junio, por lo tanto, se puede decir, que estas especies estuvieron presentes casi todo el año con tres posibles generaciones. *Nathalis iole* es una mariposa pequeña y con una amplia distribución, se presentó en la Sierra durante siete meses, ausentándose en febrero, marzo, mayo junio y julio, por lo que presentó varias generaciones al año que solo se vieron interrumpidas por cambios abruptos en el clima como fueron: el periodo de secas con una disminución en la temperatura y el comienzo de la época de lluvias con un incremento en la precipitación. Por último se tuvo a *Leptophobia aripa* que estuvo presente durante seis meses: enero, marzo, abril, mayo, junio y agosto, lo cual hace suponer que las condiciones de la Sierra le fueron medianamente favorables ya que a principios de año se observó una mínima presencia a diferencia de la segunda mitad con excepción de agosto, cabe mencionar que esta mariposa es común y se distribuye desde Norte hasta Centro América (Llorente *et. al.* 1997). De estos cinco piéridos, cuatro pertenecen a la subfamilia Coliadinae y tan solo uno *Leptophobia aripa* a Pierinae, por lo que se infiere que los piéridos de la primera subfamilia se encuentran más adaptados a las condiciones de la Sierra, además, de

que se observó que el mes con las condiciones más desfavorables durante el estudio para todas estas mariposas fue marzo, donde no se registró ninguna de ellas.

Las dos especies dominantes en la Sierra por parte de los ninfálicos fueron *Dione moneta* y *Phyciodes texana* estas se recolectaron en diez meses, la primera de ellas se ausentó en marzo y junio, la segunda en septiembre, lo cual habla de que fueron los lepidópteros con mayor tolerancia a las condiciones ambientales de la Sierra. *Junonia coenia* fue el siguiente lepidóptero que mejor se posicionó con ocho registros, no apareció en la primera mitad del año sino hasta agosto, lo cual indica que esta especie fue muy susceptible al periodo de estiaje y se vio favorecida con las primeras lluvias.

Nymphalis antiopa se presentó en siete meses, estas mariposas gozan de una buena distribución en Norteamérica y soportan bien las bajas temperaturas por lo cual no es de extrañarse su aparición en esta zona durante el periodo donde disminuye la temperatura; se registró en los meses de enero, febrero, marzo, junio, octubre, noviembre y diciembre, se observó que tuvo tres periodos de aparición: a inicios, mediados y finales del año lo cual fue un indicador de que sea una especie probablemente multivoltina con tres generaciones, por ultimo *Phyciodes ardys* se recolectó solo en seis meses, con ausencia en marzo, abril, septiembre, octubre, noviembre lo que indicó al igual que en el caso de *Nymphalis antiopa* que posiblemente presentó tres generaciones por año.

Las familias Papilionidae con *Pterourus multicaudata* y Lycaenidae con *Leptotes marina* se registraron durante 11 meses, por lo que estos organismos están bien adaptados a las condiciones extremas permitiéndoles resistirlas anualmente en la Sierra de Guadalupe, inclusive las de estiaje y aprovechan al máximo los periodos lluviosos.

Finalmente en los hespéridos se encontró una sola especie *Pyrgus comunis* que se presentó durante seis meses: marzo, julio, agosto, octubre, noviembre y diciembre, por lo cual se interpreta que esta especie tiene tres generaciones al mismo tiempo que hace suponer que se encuentra bien adaptada a las condiciones ambientales de la Sierra explotando principalmente los periodos en los que abundancia de alimento durante la temporada de lluvias principalmente.

Esfuerzo de captura

Para conocer la efectividad de la captura de organismos se elaboraron las curvas de acumulación de especies de Chao2, Jacknife 1 y Bootstrap (Figura 39) en las cuales se pudieran observar los incrementos porcentuales en el número de especies de mariposas, estos incrementos se volvieron menores al pasar los meses, al mismo tiempo, que las curvas de acumulación se estabilizaron al acercarse al 100% de las posibles especies que se registraron en la Sierra de Guadalupe. De acuerdo al índice de Chao₂ se encontró el 95.76% de las posibles especies en la zona de estudio, por lo cual se consideró que el esfuerzo de captura fue el adecuado al estar cercano al 100%.

De acuerdo con los estimadores de respaldo el que obtuvo el valor más parecido fue Bootstrap con un valor de 94.93% de especies y el que más se alejó fue el Jacknife 1 con un valor de 125.93% de especies presentes en la zona de muestreo, de acuerdo con esto el valor intermedio estimado por Chao₂ que fue de 95.76% por lo que solo faltaría registrar el 4.24% de especies en la zona (Figura 39).

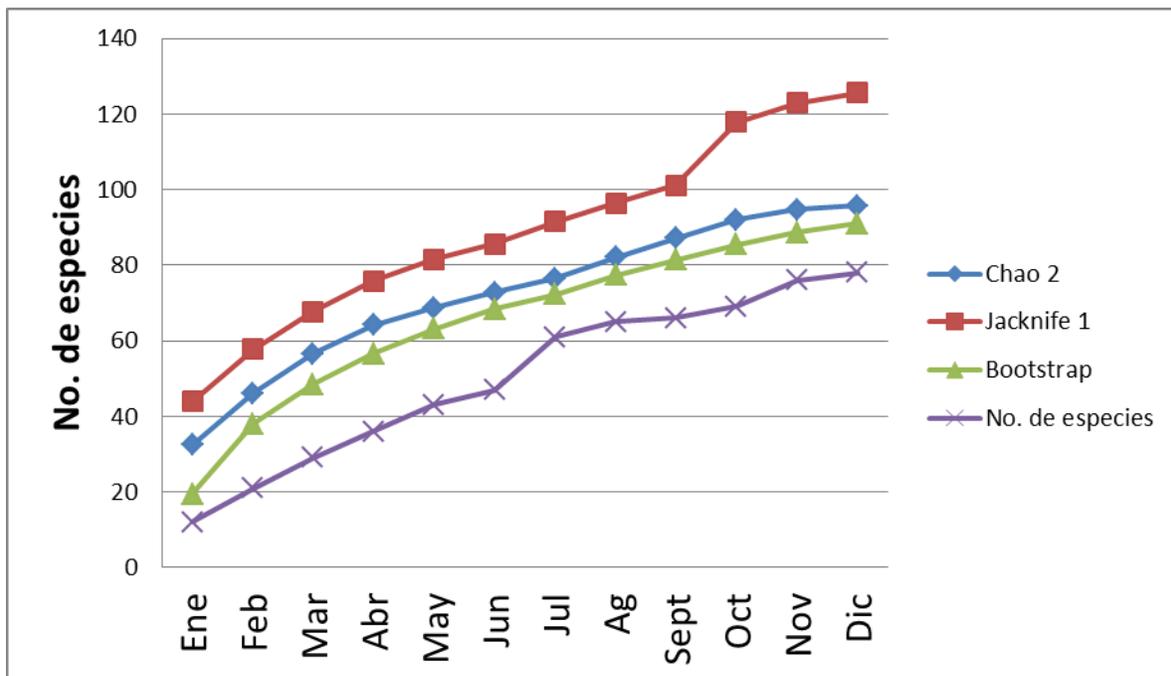


Figura 39. Curva de acumulación de especies de lepidópteros.

Conclusiones

- Se encontraron 632 mariposas quedando incluidas en 6 familias, 50 géneros y 78 especies.
- El mes con mayor riqueza fue noviembre y el que menor riqueza tuvo fue enero.
- La familia con una riqueza más alta fue Nymphalidae mientras la de menor fue Riodinidae.
- Los géneros con riqueza elevada fueron *Eurema* con cinco especies, *Vanessa* con cuatro y *Erynnis* con cuatro.
- El mes que presentó la mayor abundancia fue noviembre mientras que enero fue el menos abundante.
- La familia más abundante fue Pieridae mientras que la menos abundante fue Riodinidae.
- El género *Leptotes* y la especie *L. marina* fueron los más abundantes.
- La fenología por familias indicó que Nymphalidae y Pieridae tuvieron una mayor presencia durante el año mientras que Papilionidae y Riodinidae fueron las que menos se presentaron.
- En la fenología por especie se obtuvo que trece especies se encontraron por seis o más meses, representando el 16.6 % de las mariposas registradas para la zona de estudio.
- De acuerdo con la curva de acumulación de especies el esfuerzo de recolección fue el adecuado obteniendo el valor intermedio del 95.76% para el índice de Chao2 lo cual indica faltaría registrar el 4.24% de las especies.
- Se generó una base de datos (taxonómicos, biológicos y de recolección) que se resguardo junto al material biológico en la Colección de artrópodos de las FESI.

Literatura citada

- Abbot, C. H. 1951. A quantitative study of the migration of the painted lady butterfly, *Vanessa cardui*, L. Ecology 32:155-171.
- Arita, H. y L. León P. 1993. Diversidad de mamíferos terrestres. Ciencias. No. Especial, 7: 13-22.
- Arnett, R. H. Jr. 2000. American insects. A handbook of the insects of America North of Mexico. University of Florida. ed. 2ª Ed. CRS, E.U.A. 1003 pp.
- Barrera, A. 1955. Ensayo sobre el desarrollo histórico de la entomología en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 29: 307-314.
- Beutelspacher B. C. 1989. Las mariposas en el México antiguo. Fondo de Cultura Económica. México. 102 pp.
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn, and N. F. Johnson. 2004. Introduction to the study of insects. ed. 6th Ed. Saunders College Publ. Philadelphia. U.S.A. 875 pp.
- Brock, J. P. 1971. A contribution towards an understanding of the morphology and phylogeny of the Ditrysian Lepidoptera. Journal of Natural History, 5:29-102.
- Cedillo, A. O. L., Rivas, S. M. A. y Rodríguez, C. F. N. 2007. El área natural protegida sujeta a conservación ecológica “Sierra de Guadalupe”, Revista Sistemas Ambientales. 1(1):1-14.
- Chapin III, F. S., O.E. Sala, E. Huber-Sannwald y R. Leemans, 2001. The future of the biodiversity in a changing world, 157-199 p en F. S. Chapin III, O. E. Sala y E. Huber-Sannwald (editors), *In* Global biodiversity in a changing environment. Scenarios for the 21st century. Ecological studies n° 152, Ed. Springer, Nueva York, USA.
- CONABIO, 2009. Publicaciones.

<http://www.conabio.gob.mx/> (Consultado enero 2013).

- CONAGUA, 2011. Estadísticas del agua en México, edición 2011.
 www.conagua.gob.mx (Consultado 12 de marzo de 2013).
- Colwell, R. K. & J. A. Coddington. 1994. Estimating Terrestrial Biodiversity Through extrapolation. *Phil Trans Royal Society London Series B.* 345: 101-118.
- Daccordi, M., Triberti, P., Zanetti, A., 1989. Guía de mariposas. Ed. Grijalbo. S. A. Milán. Italia. 384 pp.
- Davison, R. H. y Lyon, W. F. 1992. Plagas de insectos agrícolas y de jardín. Ed. Limusa. México. 743 pp.
- De la Fuente, J. A. 1994. Zoología de artrópodos. Ed. Mcgraw Hill-Interamericana. Madrid. España. 805 pp.
- De Vries P. J. & M. C. Singer. 1987. "Butterflies of North America: a natural history and field guide, by J. Scott, Stanford Univ. Press" (book review). *Quarterly Review of Biology* 62: 330-331.
- Díaz, B. M. E. y Llorente, B. J. 2011. Mariposas de Chapultepec (Guía visual). Museo de Historia Natural. 1ª Ed. México. D. F. 155 pp.
- Flores, V. O. 1993. Riqueza de anfibios y reptiles. *Ciencias.* No. Especial, 7: 33-42.
- Flores, V. O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. Ed. UNAM-CONABIO. México. 439 pp.
- Footitt, R. G. y Adler, P. H. F. Tim New. 2009. *Insect Biodiversity: Science and Society.* Ed. Blackwell. EUA. 632 p.
- García, E., 1988 Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. México, Ed. Offset Larios, 217 pp.
- Glassberg, J. 2007. A swift guide to the butterflies of Mexico and Central America Ed. Sunstreak Books. E.U.A. 266 pp.

- Gobierno de Ecatepec. 2013.
<http://www.ecatepec.gob.mx/> (Consultado 17 de octubre de 2013).
- Google Maps. 2012.
<http://maps.google.com.mx/> (Consultado 13 de marzo de 2012).
- Gullan, P.J. and Cranston, P.S. 2005. The insects and outline of entomology. Ed. Blackwell. University of California. Davis. U.S.A. 505pp.
- Hernández, M., Llorente, J., I. Vargas y Luis, A. (2008a) Las mariposas (Hesperioidea y Papilionoidea) de Malinalco, Estado de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79: 117-130.
- Hernández, M., Vargas, C., Luis, I., Llorente, J. (2008b) Distribución de las mariposas diurnas (Hesperioidea y Papilionoidea) de Estado de México, México. *Revista de Biología Tropical*, 56 (3): 1309-1341.
- Ibarra, G. M. P. y Stanford, C. S.G. 2009. Lepidopteros. *En*: Ceballos G., R. List, G. Garduño, R. López Cano, M: J. Muñozcano, Q., E. Collado y J. E. San Román (Comps.). La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de estado. Gobierno del Estado de México, México, Colección Mayor. P. 103-109.
- INBA, CONACULTA, 2013, Portal electrónico:
<http://www.bellasartes.gob.mx/> (Consultado el 21 de abril de 2013).
- INEGI. 2004. Anuario Estadístico del Estado de México. Tomo I. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México D.F., México. 3-8 p.
- Llorente, J. B. 1983, Sinopsis sistemática y biogeográfica de los Dismorphiinae en México con especial referencia al género *Enantia* Huebner (Lepidoptera-Pieridae). *Folia Entomológica Mexicana* 58: 1-207.

- Llorente, J. y A. Luis. 1983. A conservation-oriented analysis of mexican butterflies: Papilionidae (Lepidoptera: Papilionoidea). **In:** *Biological Diversity of Mexico: origins and distribution*. Ramammorthy T., R. Bye, A. Lot y J. FA. (Eds.). Oxford University Press. México. (4) 147-177 pp.
- Llorente, J., A. Luis, I. Vargas y J. Soberón M. 1993. Biodiversidad de las mariposas: Su conocimiento y conservación en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Vol. Esp. 44: 313-324.
- Llorente, J., L. O. Oñate, A. Luis e I. Vargas. 1997. Papilionidae y Pieridae de México: Distribución Geográfica e Ilustración. Facultad de Ciencias, UNAM-CONABIO. México. 235 pp.
- Llorente, J., A. Luis e I. Vargas, 2006, Apéndice general de Papilionoidea: Lista Sistemática, distribución estatal y provincias biogeográficas. Componentes Bióticos Principales de la Entomofauna Mexicana, **en** Morrone, J.J. y J. Llorente (eds.), Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 733-797 p.
- Lugo, H. J. y Salinas, M. A., 1996. Geomorfología de la Sierra de Guadalupe (al norte de la Ciudad de México) y su relación con los peligros naturales. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, Volumen 13 (2): 240-251.
- Luis, A. y J. Llorente. 1990. Mariposas en el Valle de México: Introducción e Historia. 1. Distribución local y estacional de los Papilionoidea de la Cañada de los Dinamos, Magdalena Contreras, D.F. México. *Folia Entomológica Mexicana*. 78: 95-198.
- Luis, A., I. Vargas y J. Llorente 1995. Síntesis de los Papilionoidea (Rhopalocera: Lepidoptera) de estado de Veracruz. *Folia Entomológica Mexicana*. 93:91-133.
- Luis, A., J. Llorente, I. Vargas y A. L. Gutiérrez. 2000. Síntesis preliminar del conocimiento de los Papilionoidea (Lepidoptera: Insecta) de México. pp. 275-285. **En:** Martín-Piera, F., J. J. Morrone y A. Melic (eds.) *Hacia un proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en*

Iberoamérica: PRIBES 2000. m3m Monografías Tercer Milenio.vol 1. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Zaragoza. 275-285 pp.

http://www.sea-entomologia.org/PDF/M3M_PRIBES_2000/M3M1-21-275.pdf. (Consultado 16 de marzo de 2012).

- Luna, M. y J. Llorente. 2004. Papilionoidea (Lepidóptera: Rhopalocera) de la Sierra Nevada, México. Acta Zoológica Mexicana (N.S.), 20 (2): 72-102. Instituto de Ecología, A.C. México.
- Luna, M., Llorente, J., Luis, A. e Vargas, I. 2010. Composición faunística y fenología de las mariposas (Rhopalocera: Pappilionoidea) de Cañón de Lobos, Yauatepec, Morelos, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 81: 315-342.
- Maya-Martínez, A., C. Pozo y E. May U. 2005. Las mariposas (Rhopalocera: Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae) de la selva alta subperenifolia de la región de Calakmul, México, con nuevos registros, Folia Entomológica Mexicana. 44: 123-143.
- Mittermeier, R. A. 1988. Biodiversity. Primate diversity and the tropical forest: case studies Brazil and Madagascar and the importance of megadiversity countries. *In*: E. O. Wilson (ed.). Nat Acad. Press. Washington D.C. 145-154 p.
- Mosser, F., 1975. Historia Geológica de la Cuenca del Valle de México. *En*: Memorias de las Obras del Drenaje Profundo del Distrito Federal. Ed. D.F. México. Tomo I. 7-38 p.
- Navarro, A. y H. Benítez. 1993. Patrones de endemismo y riqueza de las aves. Ciencias. No. Especial, 7: 45-54.
- Pirce, P. W. 1997. Insect ecology. ed.3rd Ed. New York. U.S.A. 874pp.
- Rausher, M. D., 1981. Host plants selection by *Battus philenor*, Butterflies: the roles of predation, and plant chemistry. Department of entomology and section of Ecology and Systematics. Cornell University, Ithaca, New York.51(1). 1-20 p.

- Richards O.W., 1984, Tratado de entomología Imms, Ed. Omega, Barcelona España, 998pp.
- Rodgers, J. L., 1999, The Bootstrap, the Jackknife, and the Randomization Test: A Sampling Taxonomy. *Multivariate Behavioral Research*, 34 (4), 441-456.
- Ross, H. H. 1982. Introducción a la Entomología General y Aplicada. Ed. Omega. España. 519 p.
- Rzedowski, G. C. y Rzedowski, J. 2005, Flora fanerogámica del Valle de México. ed. 2, Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 975pp.
- Rzedowski, J., 2006, Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Edición digital, México, 504 pp.

(http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf) (Consultado 7 de diciembre de 2012).

- Salinas M. A., 1994. Geomorfología de la Sierra de Guadalupe y riesgos naturales, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, Tesis de licenciatura, México. 3-28 p.
- Scoble M. J. 1986. The structure and affinities of the Hedyloidea: a new concept of the butterflies. *Bulletin of the British Museum Natural History Entomology* 53, 251-286.
- SEMARNAT 2010a Bitácora de ordenamiento ecológico regional cuenca del Valle de México.

http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Paginas/Bit_cuenca_V_Mexico.aspx (Consultado 13 de septiembre de 2012).

- SEMARNAT 2010b ANP Diagnostico Final.

http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/bitacora_cuenca_valle_mexico/diagnostico_final%2022_marzo_3.pdf.

(Consultado 5 de septiembre de 2012).