

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y**

**ARTES DE CHIAPAS**

**INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**TESIS**

Diversidad de Papilionoidea en vegetación  
de acahual y selva mediana de la Zona  
Sujeta a Conservación Ecológica La Pera

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA

**ELISEO OVILLA CORZO**

Director

Dr. Gustavo Rivera Velázquez

**Instituto de Ciencias Biológicas. UNICACH**

Asesor

M. en C. Gibrán Sánchez Hernández

**Instituto de Ecología A.C.**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Agosto de 2023





## DEDICATORIA

A mis padres *María Elena Corzo Ovando* y *Eliseo Ovilla Sarmiento* que han estado para mí en todo momento y me han llenado con un amor inagotable.

A mis hermanos *Edoardo* y *Dulce* que con la calidez de su compañía que iluminan todos mis días.

A mis amistades: *Jennifer, Sofía, Enya, Blair, Frida, Evelyn, Gerardo* y *Vale* que me han brindado su cariño y apoyo incondicional en todos estos años, haciéndome pasar los mejores y más divertidos momentos de la carrera y de mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

Al **Dr. Gustavo Rivera Velázquez** por brindarme su apoyo, orientación y tiempo, además de las herramientas necesarias durante todo el tiempo que estuve realizando este trabajo.

Al **Mtro. Gibrán Sánchez Hernández**, que aún en la distancia me brindó su apoyo y asesoría para elaboración del proyecto.

A la **Mtra. Ana Guadalupe Rocha Loredo** y al **Mtro. Reynaldo Moctezuma Román** por dedicar su tiempo y esfuerzo en revisar este trabajo.

A mis padres por todo el apoyo y financiamiento, además de alentarme y ayudarme en todos los aspectos de mi vida.

A la familia **Corzo** (mi familia) por toda la ayuda en la elaboración de las trampas.

A mi tío **José Enrique Corzo Ovando** y mi hermano **Gabriel Ovilla Sarmiento** por haber hecho posible el transporte durante todas las salidas a campo.

A **Santiago Lara De la Cruz** y su familia por todo el apoyo durante los muestreos, así como por su amabilidad y hospitalidad.

A mis amigos y familiares que prestaron su ayuda a lo largo de los muestreos: **Edoardo Ovilla Corzo, Sofía Gutiérrez Zamarripa, Luis Gerardo Vázquez Hernández, Evelyn Alicia Molina De la Cruz, Miguel Ángel Moreno Corzo, Jonathan Alexis Álvarez Sepúlveda, Arturo Candelaria Peña, Mercedes de María Olea Aguilar, Mario Alberto Moguel López, Rodrigo Alejandro Moguel López, Marcia Denisse Olivera, Manuel Alejandro Gutiérrez Jiménez, Brenda del Carmen Escobar Martínez, Rodrigo Uriel Ruiz Pérez, Iliana del Carmen Serrano Mazariegos, Priscila Lisbeth Dávila Camacho y Maynor Jesús Madrid Frias**. Ya que sin ellos no se habría podido llevar a cabo este trabajo.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
ÍNDICE .....	iv
ÍNDICE DE CUADROS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. RIQUEZA Y DIVERSIDAD .....	3
2.2. LOS INSECTOS.....	4
2.3. ORDEN LEPIDOPTERA.....	5
2.3.1. Ciclo de vida de las mariposas .....	7
2.4. SUPERFAMILIA PAPILIONOIDEA.....	9
2.4.1. Descripción de las familias .....	9
2.5. IMPORTANCIA DE LAS MARIPOSAS COMO GRUPO DE ESTUDIO.....	12
III. ANTECEDENTES .....	14
VI. OBJETIVOS.....	18
6.1. OBJETIVO GENERAL .....	18
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
V. ZONA DE ESTUDIO.....	19
VI. MÉTODO .....	24
6.2. MONTAJE Y CONSERVACIÓN .....	27
6.3. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA .....	28
6.4. ANÁLISIS DE DATOS .....	28
6.4.1. Eficiencia de muestreo.....	28
6.4.2. Riqueza y abundancia .....	28
6.4.3. Diversidad alfa .....	29
6.4.4. Diversidad beta .....	29
6.4.5. Distribución estacional.....	30
6.4.6. Especies indicadoras de hábitat .....	30
VII. RESULTADOS .....	31

7.1. RIQUEZA Y ABUNDANCIA.....	31
7.2. REPRESENTATIVIDAD DEL INVENTARIO.....	35
7.3. DIVERSIDAD ALFA.....	37
7.4. DIVERSIDAD BETA.....	37
7.5. DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL.....	38
7.6. ESPECIES INDICADORAS DE HÁBITAT.....	40
VIII. DISCUSIÓN.....	42
8.1. EFECTIVIDAD DE MUESTREO.....	42
8.2. DIVERSIDAD.....	44
8.3. DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL.....	45
8.4. ESPECIES INDICADORAS.....	47
IX. CONCLUSIONES.....	49
X. REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	50

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición de Papilionoidea en la ZSCE “La Pera”.....	31
Cuadro 2. Composición de Papilionoidea en los hábitats de selva y acahual.....	32
Cuadro 3. Especies de la superfamilia Papilionoidea en la ZSCE “La Pera”, Chiapas.....	32
Cuadro 4. Relación entre diversidad y abundancias respecto a la temperatura y precipitación.....	39

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura general de un insecto.....	4
Figura 2. Regiones y venación alar de Lepidoptera.....	6
Figura 3. Márgenes y ángulos alares de Lepidoptera.....	7
Figura 4. Mapa del polígono de la ZSCE “La Pera”, Berriozábal, Chiapas.....	19
Figura 5. Fisiografía de la ZSCE “La Pera”.....	21
Figura 6. Climas de la ZSCE “La Pera”.....	22
Figura 7. Vegetación y uso de suelo de la ZSCE “La Pera”.....	23
Figura 8. Transecto de la zona de acahual.....	24
Figura 9. Transecto de la zona de selva mediana.....	25
Figura 10. Métodos de captura de lepidópteros.....	26
Figura 11. Almacenaje de ejemplares en sobres de papel.....	26
Figura 12. Extensión alar de los ejemplares.....	27
Figura 13. Curvas de rarefacción-extrapolación de la riqueza de especies, a partir de las abundancias de cada sitio de muestreo con intervalos de confianza del 95%.....	31
Figura 14. Curvas de rarefacción-extrapolación de la riqueza de especies, a partir de las abundancias de ambos sitios de muestreo con intervalos de confianza del 95%....	32
Figura 14. Perfiles de diversidad de cada sitio de muestreo con intervalos de confianza al 95%.....	37
Figura 15. Número de especies exclusivas y compartidas entre hábitats.....	38
Figura 16. Riqueza de mariposas a lo largo de los meses de muestreo.....	39
Figura 17. Abundancia de mariposas a lo largo de los meses de muestreo.....	40
Figura 18. Valor indicador de las especies respecto a los sitios de muestreo.....	41

## RESUMEN

En el presente trabajo se contribuye con información sobre los lepidópteros de la superfamilia Papilionoidea presentes en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “La Pera” en el municipio de Berriozábal, Chiapas; siendo su objetivo evaluar y comparar la estructura y composición de mariposas diurnas entre dos hábitats, uno de selva mediana subperennifolia conservada y otro de un acahual en recuperación. Los datos obtenidos son resultado de 11 muestreos sistemáticos realizados mes tras mes entre marzo de 2022 y enero de 2023; éstos se realizaron utilizando 10 trampas del tipo van Someren-Rydon cebadas (cinco con pescado en descomposición y cinco con fruta fermentada) por hábitat distribuidas a lo largo de transectos de 500 m que además se recorrían para capturar ejemplares mediante una red aérea.

Se capturaron un total de 104 especies que corresponden a 81 géneros y seis familias, lo cual es equivalente al 8% de la lepidopterofauna de Papilionoidea reportada para Chiapas. En ambos hábitats se encontró que hay una alta diversidad, además de que entre ellos la composición de especies es muy parecida, probablemente como resultado de la cercanía y una disposición similar de recursos. Respecto a la distribución temporal no se encontró una correlación significativa, ya que se presentaron picos de riqueza y abundancia tanto en la temporada de secas como en la de lluvias, aunque éstos fueron mayores en la última.

Asimismo, no hubieron especies que pudieran clasificarse como indicadoras en alguno de los hábitats, sin embargo sí se encontraron especies detectoras, las cuales señalaron que la selva presenta un mayor grado de conservación, sin embargo ésta puede comenzar a verse afectada por la actividad humana que aumenta cada vez más; por otro lado en el acahual, debido a que aún no se llega a recuperar del todo, la mayoría de las especies detectoras eran de hábitos generalistas o de zonas perturbadas.

**Palabras clave:** mariposas diurnas, Selva Zoque, composición, antropización, especies detectoras.

# I. INTRODUCCIÓN

El estudio de la biodiversidad en México es una labor que se ha realizado a lo largo de muchos años buscando los seres vivos que habitan en el país, siendo las mariposas un grupo de interés sobre los que se han formado largos inventarios de diversas regiones que han permitido describir la lepidopterofauna mexicana. Para el 2013 se habían ya descrito alrededor de 18 000 especies de Papilionoideos en el mundo, de las cuales, aproximadamente 1 800 se encuentran en México, lo que equivale a una representación cercana al 10% del total mundial (León-Cortés *et al.*, 2013). Dentro del país la región sureste es reconocida por su gran riqueza de mariposas, en especial la Provincia de la Costa del Golfo, donde el estado de Chiapas cuenta con el 62% de las especies totales presentes en México, colocándolo como una de las entidades con mayor riqueza de estos insectos, junto con Oaxaca y Veracruz (Challenger y Caballero, 1998; León-Cortés *et al.*, 2003; Luis-Martínez *et al.*, 2003; Llorente *et al.*, 2014).

Las mariposas son de gran importancia debido al papel ecológico que cumplen como polinizadores en muchas especies de plantas con flores y como fuente de alimento para depredadores, además de que pueden fungir como bioindicadores, permitiendo en muchas ocasiones conocer el estado de conservación o perturbación en un ecosistema debido a que son muy sensibles a cambios en su medio, tales como los cambios que se efectúen en la cobertura vegetal debido a que poseen una estrecha relación con las plantas (Thomas, 1991; Kremen *et al.*, 1993; De Vries, 1987; Padrón, 2006; Ghazanfar *et al.*, 2016).

Para conservar la biodiversidad y los ecosistemas, se designan ciertas partes del territorio nacional como Áreas Naturales Protegidas (ANPs) en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad humana, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y/o restauradas, con el objetivo de salvaguardar ambientes naturales representativos del país, ecosistemas frágiles, la diversidad genética de las especies (especialmente las endémicas, raras o que se encuentren en alguna categoría de riesgo), además de asegurar la preservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad en México

(Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2023). Por su parte el estado de Chiapas, es una de las cuatro entidades del país con mayor superficie protegida. En el territorio estatal se han establecido diversas ANPs que cumplen con diversas funciones y que se agrupan en diferentes categorías de acuerdo con sus objetivos de manejo, ya sean federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales o privadas (Reyes *et al.*, 2012; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2023).

“La Pera” es un ANP de carácter estatal que se agrupa en la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) (Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica (CEIEG), s.d.); esta reserva se encuentra dentro en el municipio de Berriozábal y forma parte un corredor biológico natural entre el Parque Nacional Cañón del Sumidero y la Reserva de la Biósfera Selva el Ocote, contando con una gran diversidad de especies animales y vegetales. Sin embargo, numerosas actividades antropogénicas como la agricultura, la ganadería, la tala ilegal y el crecimiento de comunidades han llevado a un aumento de zonas de pastizales, lo que lleva a la perturbación y fragmentación de hábitats, afectando negativamente su estructura y composición biológica, desconociendo el impacto real que estas actividades puedan tener sobre la biodiversidad de la región (Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN), 2013).

En este sentido, se hace evidente la relevancia de generar o ampliar el conocimiento regional de la biodiversidad mediante su estudio, ya que realizar inventarios de diversos grupos taxonómicos permite tener representada y sistematizada la biodiversidad de una región, identificar especies amenazadas y establecer prioridades de conservación (Andrade *et al.*, 2013). Debido al poco conocimiento y la escasez de estudios sobre los Papilionoidea en la región, en este estudio se busca analizar la diversidad y composición de la lepidoptero fauna en la ZSCE “La Pera”, brindando la oportunidad de obtener información sobre su estado actual estudiando áreas perturbadas y conservadas dentro de la zona; representando además, una línea base para posteriores investigaciones.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. RIQUEZA Y DIVERSIDAD

Algo evidente a lo largo de todo el planeta tierra es que la vida presente en ella es extremadamente variada, habiéndose pluralizado en un sinnúmero de formas, tamaños y funciones. Debido a esto la ciencia ha buscado estudiar aspectos relacionados a la presencia y composición de las especies, por lo que se ha apoyado en términos como riqueza y diversidad.

Se puede definir como riqueza biológica al número de especies de fauna, flora, funga, etc. que pueda encontrarse en un determinado espacio (ya sea un ecosistema, biotopo, superficie o demás) y periodo de tiempo; sin embargo, las especies que conforman la riqueza de un lugar no siempre se encuentran uniformemente, sino que unas pueden encontrarse en mayor cantidad que otras; es aquí donde el término de diversidad biológica o biodiversidad entra en acción, ya que esta, además de tomar en cuenta el número de especies diferentes, considera también su abundancia o presencia relativa (Melic, 1993).

Cuando se estudia la biodiversidad es posible observar que no en todos lados se encuentran los mismos seres vivos, asimismo que ésta va cambiando según la escala geográfica, tendiendo a ser más alta mientras ésta sea mayor; es a partir de esto que se introducen los términos de diversidad alfa, beta y gamma. Se conoce como diversidad alfa a la diversidad de especies que se pueden encontrar a nivel local, mientras que la gamma mide la diversidad a nivel regional; por último, la diversidad beta representa las diferencias o similitudes que pueden hallarse entre las comunidades biológicas locales presentes en una región (Baselga y Gómez-Rodríguez, 2019).

## 2.2. LOS INSECTOS

Un insecto es un animal perteneciente al filo Arthropoda que, como el resto de invertebrados, no cuentan con un esqueleto interno, sino que, al igual que otros artrópodos como crustáceos o arácnidos, poseen una cubierta externa multiarticulada conocida como exoesqueleto, el cual sirve de protección y soporte (Ruppert y Barnes, 1996).

Los insectos se caracterizan por estar conformados de tres regiones o tagmas, que son cabeza, tórax y abdomen (Figura 1); el primero de éstos cumple una función de percepción del ambiente y de alimentación, ya que ahí se pueden encontrar estructuras sensoriales como las antenas, un par de ojos compuestos, ocelos y un aparato bucal conformado de varias partes; mientras que el tórax está más especializado en la locomoción, presentando tres pares de patas articuladas y dos pares de alas (en caso de que las posean); por último el abdomen contiene las vísceras del insecto, dentro de los que se encuentran órganos de los sistemas digestivos, reproductor y excretor (Triplehorn y Johnson, 2005).

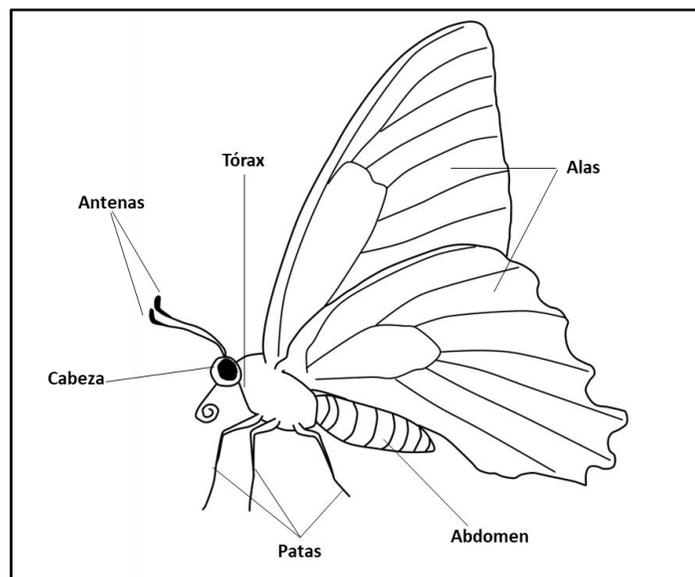


Figura 1. Estructura general de un insecto

Si bien la vida en el planeta es sumamente diversa, se puede mencionar que gran parte del volumen total de especies se conforma por los insectos, siendo el grupo dominante de animales terrestres al superar por mucho al resto en número y variedad, pudiéndose encontrar en prácticamente casi todos los rincones del globo debido a la gran diversificación que han tenido a lo largo de su evolución, la cual les ha permitido obtener un gran arsenal de adaptaciones para sobrevivir; además de todo esto los insectos son muy valiosos tanto para los humanos como para el bienestar de los ecosistemas, ya que están estrechamente relacionados con otros grupos taxonómicos como plantas o numerosos vertebrados, cumpliendo papeles de polinizadores, alimento, recicladores de nutrientes, controladores poblacionales, entre otros; razón por la que estudiarlos es de gran relevancia (Triplehorn y Johnson, 2005; Gullan y Cranston, 2014).

El grupo de los insectos es uno de los más antiguos sobre la Tierra, pudiéndose encontrar desde el Ordovícico temprano, siendo de los primeros animales en colonizar hábitats terrestres y ecosistemas de agua dulce; además de haber moldeado hasta cierto punto la biota como la conocemos, al tener importantes relaciones coevolutivas a lo largo de su historia con distintos organismos, tales como las plantas con flores (Angiosperma) por mencionar un ejemplo (Misof *et al.*, 2014).

### **2.3. ORDEN LEPIDOPTERA**

El orden Lepidoptera lleva millones de años habitando el planeta, contando con restos fósiles que datan la existencia de este grupo desde hace más de 110 a 130 m. a.; por lo que es razonable pensar que las grandes líneas de estos insectos estuviesen establecidas durante el cretácico medio (Scott, 1986), siendo testigos del declive de dinosaurios y diversificación de las angiospermas.

Este grupo es el tercero más diverso dentro de los insectos, solo después de Coleoptera y Diptera (Zhang, 2011), contando con más de 157 000 especies reconocidas en 15 587 géneros a nivel mundial (van Nieukerken *et al.*, 2011). Los integrantes del orden Lepidoptera son aquellos insectos conocidos comúnmente como mariposas y polillas, que, en su fase adulta, poseen en su tórax dos pares de alas, las

cuales, al igual que gran parte del cuerpo, por lo regular se encuentran recubiertas de setas modificadas en forma de escamas planas, siendo la razón por la que reciben ese nombre, el cual proviene de las raíces griegas *lepidó* (escama) y *pteron* (ala) (Urretabizkaya *et al.*, 2010; García-Barros *et al.*, 2015).

Los lepidópteros adultos poseen una cabeza con un par de antenas de morfología variada, ya sean filiformes, bipectinadas, mazudas, etc.; también presentan un par de ojos compuestos bien desarrollados además de un par de ocelos en la mayoría de los casos; otro de los órganos presentes en este tagma es un par de chaetosematas o quetesemas, los cuales no son más que un conjunto de cerdas con fines sensoriales ubicadas cerca de los ojos; además, pueden contar o no con piezas bucales modificadas en una espirotrompa especializada para la succión de líquidos como el néctar, jugos procedentes de frutas, líquidos fecales e incluso lágrimas de animales (Balmer, 2009; García-Barros *et al.*, 2015).

Respecto a la morfología alar, esta tiene gran importancia para la identificación taxonómica, ya que representan la mayor área visible, mostrando patrones, colores y organización de las venas o nervaduras. Debido a esto, se han establecido términos para identificar las regiones del ala (basal, discal, postdiscal y marginal) y la venación que presentan, mismas que se clasifican, según su ubicación, de la siguiente forma: costal (C), subcostal (Sc), radial (R), medial (M), cubital (Cu)/cubito anal (CuA) y anal (A) (Figura 2) (García-Barros, 2015).

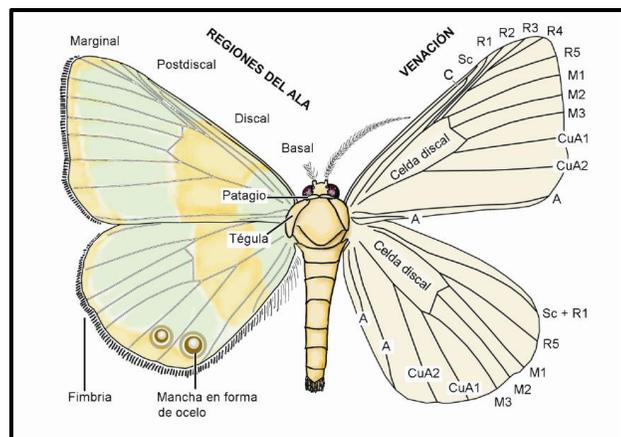


Figura 2. Regiones y venación alar de Lepidoptera (García-Barros, 2015)

De igual manera existen clasificaciones para los márgenes de las alas y los ángulos que forman; en cuanto al primero podemos encontrar el costal, terminal o termen y dorsal para el par de alas anteriores, mientras que para las posteriores se pueden observar el margen costal y el anal; en cuanto a los ángulos que se forman en el ala se hallan: el de la base, formado por el margen costal y dorsal/anal; el del ápice, entre el margen costal y terminal; y el *tornus*, que se ubica en la parte externa del margen anal en las alas posteriores y entre los márgenes dorsal y terminal de las anteriores (Figura 3) (Scoble, 1995).

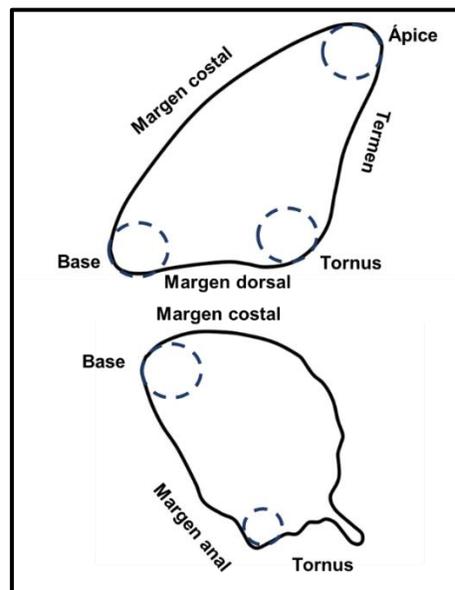


Figura 3. Márgenes y ángulos alares de Lepidoptera

### 2.3.1. Ciclo de vida de las mariposas

El ciclo de vida de las mariposas se encuentra compuesto de cuatro etapas, pasando por los estados de huevo, larva (oruga), pupa (crisálida) y adulto (imago), pasando por una metamorfosis holometábola o completa (Ruppert y Barnes, 1996).

Los huevos de las mariposas poseen una cubierta dura llamada corion, cuya forma puede variar entre especies y resulta de utilidad para su identificación; la función principal de esta estructura es proteger los huevos frente a la desecación y el frío,

contando con una pequeña apertura en la parte superior (micropilo) por donde es fertilizado y por el cual el embrión respira. El sitio o planta específica donde las mariposas colocan sus huevos se conoce como sitio de ovoposición y es de gran relevancia en diversos estudios sobre estos insectos (Wiklund, 1975; De Vries, 1987; García-Robledo *et al.*, 2002).

El estado larval o de oruga es la etapa de desarrollo y nutrición, limitándose únicamente a crecer y alimentarse de grandes cantidades de follaje (a excepción de especies como algunos licénidos que pueden ser de hábitos predatorios) para así poder transformar todo este alimento en tejidos y reservas que le serán de utilidad en las etapas posteriores (García-Robledo *et al.*, 2002; Miller y Hammond, 2003).

Estructuralmente, las orugas tienen un cuerpo alargado blando y una cabeza esclerotizada donde se hallan ojos simples, las mandíbulas, un par de pequeñas antenas y un par de órganos capaces de producir hilos de seda, los cuales les sirven para adherirse al sustrato y formar el botón de seda al cual se adherirán en su etapa de pupa. Para su locomoción hacen uso de sus tres pares de patas verdaderas y de extensiones que surgen de su abdomen y se conocen como pseudopatas. Al ir creciendo las orugas van mudando (generalmente de cuatro a siete veces) dando lugar a subestadios donde la apariencia del organismo es ligera o drásticamente diferente a la anterior hasta llegar a la prepupa (De Vries, 1987).

Cuando la oruga llega a un cierto tamaño deja de comer y busca un sitio para entrar en estado de pupa. En esta fase del ciclo de vida forman una cápsula dura conocida como crisálida, la cual se agarra un punto fijo, como el botón de seda, mediante ganchos conocidos como cremaster. Durante esta etapa, si bien externamente se pueden apreciar ligeros movimientos en la pupa, la gran parte de la actividad sucede en el interior, donde se está llevando a cabo la metamorfosis, una reorganización drástica de tejidos que dará como resultado la formación de un individuo adulto (García-Robledo *et al.*, 2002; Miller y Hammond, 2003).

Una vez que la metamorfosis está completa se abre la parte ventral de la pupa, lo que permite que salga el adulto. En esta etapa su cuerpo ya puede diferenciarse

fácilmente en tres tagmas (cabeza, tórax y abdomen) y presentan ojos compuestos, una probóscide, un par de antenas bien desarrolladas y dos pares alas que le permitirán volar para buscar alimento y pareja para poder reproducirse, contando además con gran variedad de adaptaciones que les permitirán sobrevivir en su entorno, tal como algunas coloraciones o la presencia de componentes tóxicos en sus cuerpos (García-Robledo *et al.*, 2002).

## **2.4. SUPERFAMILIA PAPILIONOIDEA**

El orden Lepidoptera, como ya se mencionó, es uno de los más diversos grupos de insectos, comprendiendo a una gran cantidad de superfamilias, siendo Papilionoidea una de éstas, la cual corresponde a las comúnmente conocidas mariposas diurnas (García-Barros *et al.*, 2015). Tradicionalmente algunos autores como Frenieu (2010) mencionan que Papilionoidea está conformada por cinco familias (Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae y Nymphalidae), sin embargo, estudios moleculares más recientes establecen que las familias Hesperidae, y Hedylidae se encuentran dentro de dicha superfamilia, por lo que la clasificación en realidad contaría con siete familias (Regier *et al.*, 2009; Mutanen *et al.*, 2010; Heikkilä *et al.*, 2012).

### **2.4.1. Descripción de las familias**

Papilionidae:

Las mariposas de este grupo son de las más conocidas y habitan una gran cantidad de hábitats a lo largo de todo el mundo. En su etapa adulta son de una talla mediana a grande, contando con alas anchas, pudiendo presentar colas o proyecciones caudales en las alas posteriores, siendo esta última una característica muy usual dentro de la familia. La cabeza de estos insectos tiende a ser gruesa con ojos salientes, con antenas que terminan en una maza grande y con palpos reducidos. Sus tres pares de patas son fuertes, adaptadas para la marcha o agarre, teniendo una longitud similar y terminando en un par de uñas, además de poseer un espolón conocido como epífisis que se ubica en la tibia de las patas delanteras (De Vries, 1987; Aguado, 2007).

#### Pieridae:

Los imagos de esta familia tienen una cabeza pequeña con antenas que terminan en maza y presentan palpos bien desarrollados; tienen tres pares de patas funcionales y las uñas de éstas son bífidas. En cuanto a sus alas, las posteriores tienen una mayor superficie respecto a las anteriores, además de caracterizarse por tener dos venas anales. La coloración de los adultos usualmente es amarilla o blanca en el anverso alar, contando generalmente con manchas negras, por otro lado, en el reverso se suelen observar coloraciones blancas y verdosas; sin embargo, es posible identificar especies de colores anaranjados, rojos, negros y con patrones complejos. En estas mariposas se presenta un dimorfismo sexual habitualmente bien definido en los patrones alares, como en la presencia y tamaño de puntos, incluso puede haber una diferencia en la coloración (Triplehorn y Johnson, 2005; Aguado, 2007).

#### Nymphalidae:

Cuando son adultos los ninfálidos llegan a ser de una talla mediana a grande; su cabeza cuenta con un par de palpos bien desarrollados, un par de ojos separados y antenas muy unidas en la base con una maza alargada en el ápice. Respecto a sus patas, el primer par de éstas acaban en un tarso peludo que les sirve para limpiar sus antenas, además de que son mucho más pequeñas que el resto, por lo que pareciera que tuvieran sólo cuatro patas; mientras que los últimos dos pares son del mismo tamaño y finalizan en un par de uñas. La gama de colores que presentan en sus alas es muy amplia, mostrando azules metálicos, negros, verdes, rojos, naranjas, etc., además de contar con patrones muy vistosos (Aguado, 2007).

#### Lycaenidae:

En su estado adulto los licénidos son de tamaño pequeño con colores brillantes en la parte superior de sus alas, dentro de los que se pueden apreciar tonalidades y estampados azules, naranja o rojo que suelen ser de aspecto metálico; mientras que en la parte inferior los colores tienden a ser más opacos, como marrones o verdes que se pueden observar cuando la mariposa descansa sus alas colocándolas por arriba de

su cuerpo. Sus alas anteriores generalmente son una forma triangular, mientras que las posteriores suelen ser redondeadas, pudiéndose identificar en muchas especies filamentos que salen del margen de éstas últimas, además de una mancha en forma de ojo en el envés. En otras características que se pueden observar se hallan las antenas adyacentes a los ojos y que generalmente poseen tres pares de patas marchadoras (Powell, 2009).

#### Riodinidae:

Los riodínidos son unos de los grupos de mariposas menos estudiados, son de pequeño tamaño con coloraciones muy variadas, presentando marcas de apariencia metálica de colores dorados o plateados; algo destacable de esta familia es que varias especies mimetizan colores y patrones de mariposas tóxicas (como la de algunos ninfálidos) para ahuyentar a sus depredadores. El primer par de patas de los machos en esta familia se encuentra reducido en el que las coxas de éstas se extienden sobresaliendo sobre el trocánter. Otra característica que poseen es que la costa de las alas posteriores está engrosada hacia el ángulo humeral, además que la vena humeral es corta (Robbins, 1988; Triplehorn y Johnson, 2005; Joron, 2008; Brown *et al.*, 2012).

#### Hedylidae:

Anteriormente las mariposas de esta familia se categorizaban como polillas dentro de la familia Geometridae, sin embargo, estudios morfológicos y genéticos han demostrado que se encuentran dentro de Papilionoidea; actualmente todas las especies de esta familia se encuentran bajo un solo género, *Macrosoma*. En cuanto a su aspecto, estos insectos tienen un abdomen alargado como el de otras mariposas, sin embargo, sus antenas son filiformes o pectinadas como el de las polillas (Scoble, 1986; Scoble y Aiello, 1990; Lamas, 1997).

Hesperiidae:

Estas mariposas, conocidas comúnmente con el nombre de saltarinas por su peculiar forma de vuelo errática, como si fueran dando pequeños brincos, son un grupo fácilmente identificable debido a su robusta complexión poseyendo un tórax ancho y una cabeza grande en comparación con las alas, además de poseer más características que las diferencian del resto, como antenas muy separadas entre sí desde la base que finalizan en una maza con forma de gancho o la presencia de un anillo completo en el margen del ojo (Ackery *et al.*, 1998; Warren *et al.*, 2009).

## **2.5. IMPORTANCIA DE LAS MARIPOSAS COMO GRUPO DE ESTUDIO**

Los artrópodos terrestres, entre ellos los insectos, son cada vez más utilizados para indicar la diversidad de los sistemas en los que se encuentran; dentro de los insectos, las mariposas son un grupo modelo utilizado en aspectos de conservación y monitoreo, esto debido a que son fáciles de coleccionar e identificar, se conoce muy bien su taxonomía, son muy abundantes y se distribuyen en gran variedad de ambientes (Kremen, 1992; Kim, 1993; Llorente *et al.*, 1993; Pollard y Eversham, 1995; Brown, 1997).

Por otro lado, las mariposas se encuentran fuertemente relacionadas con su medio, llegando a requerir ciertas condiciones ambientales, tales como la modificación de la temperatura, humedad y radiación solar; o bien pueden ser afines a una vegetación determinada debido a sus hábitos alimenticios, ya que las hojas de las plantas funcionan como alimento mientras se encuentran en estado de larva u oruga; y su néctar, polen y frutos alimentan a los individuos adultos, habiendo incluso especies de mariposas que requieren de ciertas plantas en específico para su desarrollo, favoreciendo que algunas de éstas cuenten con un alto nivel de especialización que las hagan exclusivas de determinados hábitats (Pozo y Galindo, 2000; Pozo, 2004; Maya-Martínez *et al.*, 2005.).

Por lo ya mencionado dichos insectos tienden a ser muy sensibles ante los cambios de su entorno, haciéndolos ideales como especies indicadoras que proporcionen información sobre el estado en el que se encuentra un ecosistema o bien como especies detectoras, las cuales pueden proveer información de más de un hábitat y dar nociones sobre la dirección que van tomando los cambios en la calidad de éstos como resultado de las alteraciones de los hábitats naturales por acción del hombre, por lo que conocer las especies de mariposas en una zona determinada es de gran utilidad cuando se busca preservar la biodiversidad de un lugar (Sparrow *et al.*, 1994; Morrone y Coscarón, 1998; Martín-Regalado, 2019).

### III. ANTECEDENTES

A lo largo de la historia y a nivel mundial, Chiapas ha sido referente en cuanto a los Lepidoptera debido a la gran diversidad que presentan en la región, resultando en amplios catálogos sobre las especies que habitan en el Estado; a pesar de esto la cantidad de trabajos dirigidos hacia el estudio de mariposas no es tanta como podría esperarse, además de que se centran en el registro de especies y no en realizar estudios sistemáticos que permitan caracterizar su diversidad (León-Cortés *et al.*, 2013).

Los primeros estudios de los Lepidoptera en el país llegaron con el virreinato y las expediciones para descubrir y describir la naturaleza del territorio. Los registros más antiguos datan de finales del siglo XVIII y se sabe de ellos por las láminas elaboradas en conjunto por José Mariano Monciño, interesado en la materia, y el dibujante Vicente de la Cerda; en las que aparecen especies que podrían atribuirse al Estado (De la Maza y De la Maza, 1993).

A pesar de que ya se habían realizado algunas colectas y estudios de lepidópteros en Chiapas, éstas sólo se limitaban al norte del Estado. No fue hasta siglo XX cuando las expediciones comenzaron a abarcar otras zonas, realizando estudios de la zona noroccidental y los límites con Oaxaca que estuvieron en las manos de la familia Del Toro. Mientras que, la Depresión Central incluyendo el Río Grijalva, y los municipios de Acala, Villa de las Rosas, Teopisca y San Cristóbal de las Casas; la región Soconusco y la Sierra Madre fueron exploradas de manera extenuante por Alfonso Dampf entre 1923 y 1945; desafortunadamente, este y muchos otros esfuerzos nunca llegaron a algo concreto, ya que las muestras nunca fueron trabajadas por investigadores (De la Maza y De la Maza, 1993).

Por otro lado, dentro de los primeros estudios que destacan en el Estado en donde se incluye a esta superfamilia (Papilionoidea) se encuentra el trabajo que

Hoffman realizó en 1933, un estudio zoogeográfico en el distrito del Soconusco, en el cual se registraron 170 especies de Papilionoideos.

Décadas después, Beutelspacher (1983) realizó un estudio sobre las mariposas diurnas de “El Chorreadero”, donde se llevó a cabo una recolecta de dos años, logrando registrar 174 especies de este grupo taxonómico. Dos años después en 1985 se llevó a cabo un estudio de mariposas diurnas pertenecientes a Rophalocera en la localidad Boca de Chajul, por De la Maza y De la Maza (1985).

Más adelante De la Maza y De la Maza nuevamente aportaron al conocimiento de la lepidopterofauna al publicar en 1993 su libro “Mariposas de Chiapas”, en el cual reportan 759 especies de Papilionoideos, abordando temas como su ecología y su distribución.

En el año de 1997 Llorente *et al.* publicaron “Papilionidae y Pieridae de México: Distribución Geográfica e Ilustración”, donde se trabajó con los registros de estas familias en la colección nacional de la UNAM, donde se describieron más de 100 especies para Chiapas.

Años después, Oñate-Ocaña *et al.* publicaron en el 2000 una evaluación el conocimiento de la distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas, en la cual utilizaron información procedente de distintas bases de datos, considerando 127 especies registradas hasta ese momento, identificando a Chiapas como uno de los Estados con más especies de estas familias junto a Veracruz, Oaxaca y Guerrero.

En 2003 León-Cortés *et al.* realizaron un análisis de la Colección Entomológica de la Unidad ECOSUR San Cristóbal, donde determinaron que había 608 especies de lepidópteros presentes en la colección. De igual forma, en el mismo año, Luis-Martínez *et al.* (2003) realizaron un estudio de la biodiversidad y biogeografía de mariposas diurnas de México, en el cual se consultaron varias colecciones, de las cuales dos de las más importantes pertenecen a la UNAM, siendo estas la del Departamento de Zoología del Instituto de Biología de la UNAM (IBUNAM) y el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias (MZFC); en este trabajo se pudo reportar para ese entonces

alrededor de 1 800 especies, siendo Chiapas el estado con mayor diversidad de mariposas con más de 1 276 especies, seguido de Oaxaca (1 187 especies).

Mientras en 2006, Salinas-Gutiérrez *et al.* realizaron un trabajo sobre las relaciones biogeográficas que tienen las familias Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae en el bosque tropical perennifolio de México, en el cual realizaron muestreos en los estados de San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco, Oaxaca, Campeche y Chiapas; donde pudieron observar una mayor relación en la distribución y dispersión de estas mariposas en las regiones de Chajul, Sierra Juárez, Los Tuxtlas y Huichihuayán.

En el mismo año, Molina y León (2006) llevaron a cabo un trabajo sobre patrones de distribución y abundancia de la familia Papilionidae en un paisaje fragmentado en el municipio de San Fernando, Chiapas; con el cual demostraban que la fragmentación afectaba la distribución de los recursos y áreas de reproducción de estas mariposas, modificando así la percepción de las especies respecto a aquellas que se encuentran en sitios relativamente conservados.

Marín *et al.* (2008) estudiaron el efecto de un paisaje agropastoril sobre la diversidad y patrones migratorios de mariposas frugívoras en el municipio de San Fernando, Chiapas, en el cuál lograron registrar 53 especies distintas y determinaron que la riqueza de especies entre zonas perturbadas para actividad ganadera y agrícola no era significativamente distinta a la de aquellos parches de hábitats funcionales que se encontraban mayormente conservados, sin embargo sí se remarcó que un buen estado de estas zonas agropastoriles tienen un papel importante en el mantenimiento de niveles de biodiversidad y de movimientos de mariposas entre parches de hábitat que, de otra forma, estarían aislados.

En 2010 Zúñiga elaboró una tesis sobre la diversidad de Papilionoidea en el parque nacional “Cañón del sumidero”, donde registra para la zona 116 especies pertenecientes a cuatro familias (Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae y Lycaenidae).

Más recientemente, Flores (2011) llevó a cabo un trabajo sobre la diversidad de las mariposas Papilionoidea en el ejido El Águila, Cacahoatán. Dicho trabajo describe

111 especies, además de analizar la diversidad de éstos en cafetales con distintos tipos de perturbación.

Nuevamente en 2017 De la Maza y De la Maza elaboraron un listado de las mariposas diurnas (Papilionoidea y Hesperioidea) de los Altos de Chiapas, donde reportan 236 especies y analizan su distribución, composición, origen y evolución.

En años más actuales, León-Cortés *et al.* (2019) publicaron un estudio que realizaron en los altos de Chiapas, donde buscaron conocer el impacto que tenía la expansión de la urbanización en las mariposas de las familias Papilionidae, Nymphalidae, Pieridae, Hesperidae y Lycaenidae que habitan en esa zona; en el cual pudieron observar diferencia significativa en la composición y diversidad de especies entre ambas zonas, donde la perturbación del hábitat repercutió negativamente sobre éstas. Por último, en ese mismo año, García *et al.* (2019) publicaron un folleto como guía visual sobre mariposas presentes en la colección de la UNICACH que se han reportado como colectadas en “La Pera” mediante diferentes muestreos informales, donde reportaron 57 especies para la zona.

## **VI. OBJETIVOS**

### **6.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la diversidad de mariposas diurnas (Papilionoidea) en dos hábitats de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) “La Pera”, Chiapas, México.

### **6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un listado de las especies de Papilionoidea encontradas en la ZSCE “La Pera”.
- Determinar la diversidad alfa y beta de Papilionoidea en la ZSCE “La Pera”.
- Analizar la fluctuación temporal de la diversidad de mariposas.
- Examinar la posible asociación de hábitat de las especies capturadas.

## V. ZONA DE ESTUDIO

La Zona Sujeta a Conservación Ecológica La Pera, se localiza en la porción central del municipio de San Fernando, al noroeste del estado de Chiapas. Posee una superficie de 7 506.62 ha (Figura 4). Esta zona es de gran importancia debido a que se encuentra en la región prioritaria RTP-141 La Chacona-Cañón del Sumidero que incluyen parte de los municipios de Berriozábal, Bochil, Chiapa de Corzo, Chicoasén, Copainalá, Ixtapa, Usumacinta, San Fernando y Tuxtla Gutiérrez. La Pera es parte del corredor biológico que se forma entre el Parque Nacional Cañón del Sumidero y la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote (SEMAHN, 2013).

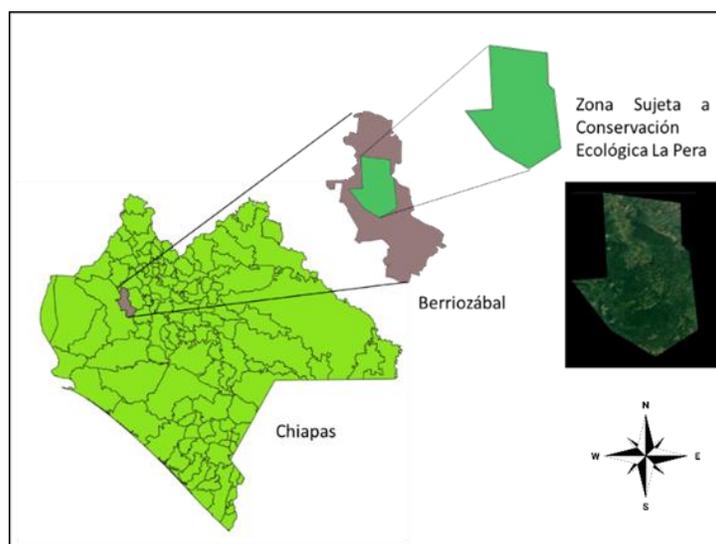


Figura 4. Mapa del polígono de la ZSCE “La Pera”, Berriozábal, Chiapas

Al formar parte de la región de la Chacona-Cañón del Sumidero y ser parte de un corredor biológico, en “La Pera” hacen contactos distintos ecosistemas, lo que le da una alta riqueza de especies tanto vegetales como animales. Sin embargo, dichos ecosistemas se pueden llegar a poner en riesgo como consecuencia de la actividad humana, motivo por el cual se designó como una zona sujeta a conservación, con el propósito de preservar los ecosistemas y organismos que se encuentran en ella,

ayudando a mantener la conectividad entre los sitios conservados de la región de la Selva Zoque (Instituto de Historia Natural y Ecología (IHNyE), 2006).

Berriozábal forma parte de las regiones fisiográficas Montañas del Norte y Depresión Central, por lo que la fisiografía de “La Pera” está constituida serranías y lomeríos, ubicándose las primeras en la porción norte y siendo por las que más se encuentra conformada (Figura 5). En cuanto a suelo se pueden encontrar tres tipos principales (SEMAHN, 2013):

- Luvisol: caracterizado por un subsuelo arcilloso y por ser ligeramente ácido (pH 4-5), además de ser muy susceptible a la erosión; puede encontrarse cubriendo una amplia zona en el centro del polígono.
- Acrisol: cuenta con arcilla acumulada en el subsuelo, además de ser ácido o muy pobre en nutrientes y, al igual que el luvisol, es susceptible a la erosión. Este tipo de suelo se localiza en la parte norte del polígono.
- Litosol: posee diversos tipos con relación al material que los conforma y su susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentre, pudiendo ir desde moderada a alta; dentro del polígono se encuentra rodeando el límite sur en una proporción menor a la de los dos tipos de suelos ya mencionados.

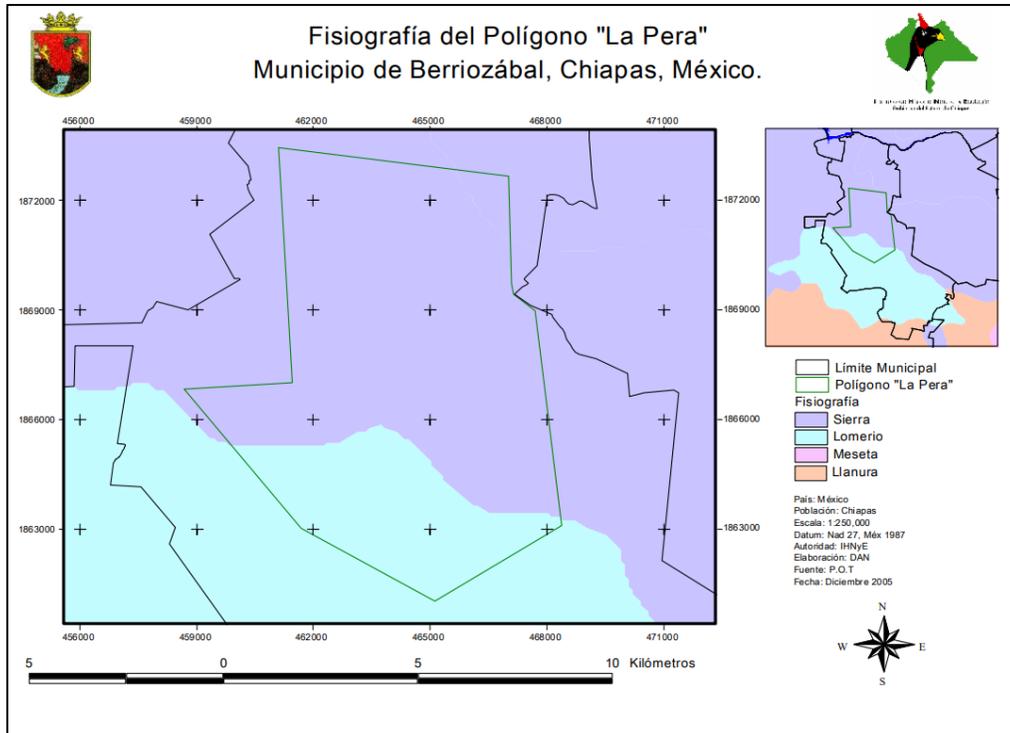


Figura 5. Fisiografía de la ZSCE “La Pera” (IHNYE, 2006)

Los climas presentes según la clasificación de Köppen y modificaciones de García (2004) son: cálido húmedo (Am) y cálido subhúmedo (Aw 1) (Figura 6). El primero ocurre en la parte norte del polígono con una temperatura anual promedio arriba de 22° C, lluvias en verano y parte de otoño; mientras que el segundo se localiza en la parte central y sur, contando con una temperatura anual promedio arriba de 22° C al igual que el anterior y con lluvias medias en verano. En el polígono en general las lluvias son escasas en invierno, teniendo una precipitación media anual de 3000 mm, con aproximadamente 100 a 125 días de lluvias al año entre los meses de junio a octubre (Cardoso, 1979; SEMAHN, 2013).

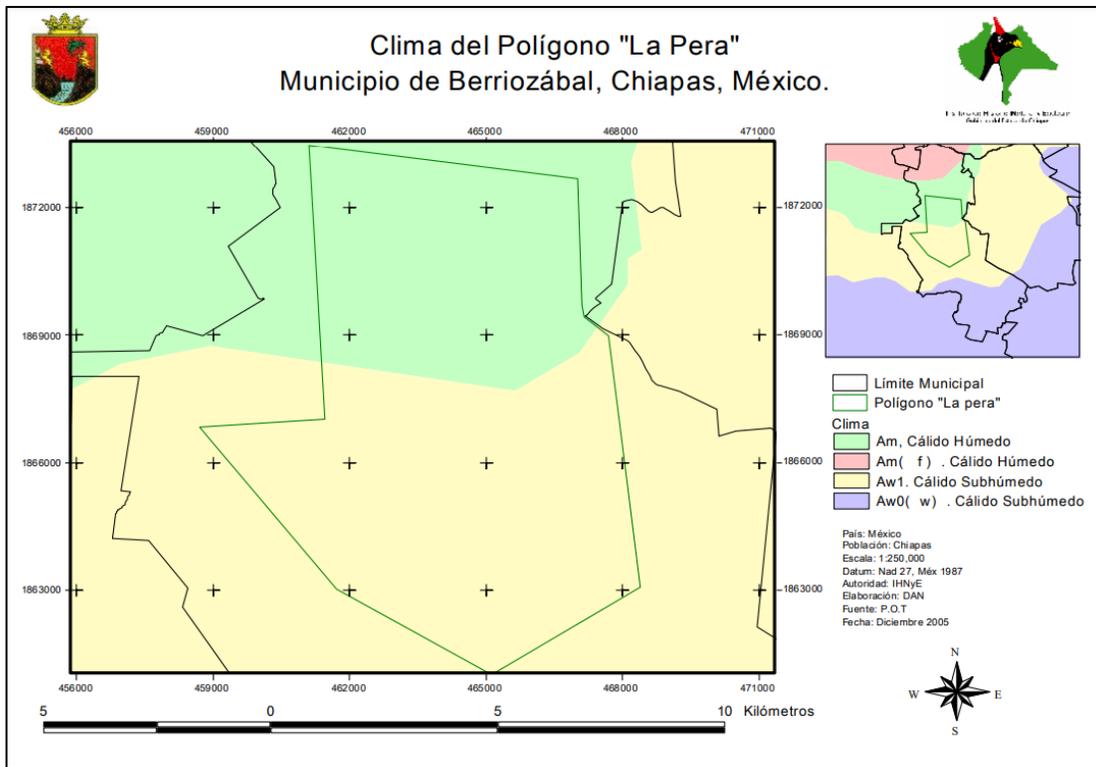


Figura 6. Climas de la ZSCE "La Pera" (IHNyE, 2006)

En cuanto a la vegetación de la ZSCE "La Pera", con base en los tributos fisonómicos utilizados por Rzedoswki (2006), se pueden identificar tres tipos de vegetación conservada en el área:

- Bosque tropical perennifolio/selva mediana subperennifolia/selva alta subdecidua (Miranda y Hernández, 1963; Miranda, 1998): caracterizada porque algunos árboles pierden sus hojas en la parte más marcada de la época seca. Esta vegetación es exuberante, alberga gran diversidad florística, además de ser de las más ricas y complejas; es la más abundante dentro de la zona, pudiendo encontrarse entre los 800 y 1050 m.s.n.m. como vegetación original y secundaria (SEMAHN, 2013).
- Bosque mesófilo de montaña/selva mediana perennifolia/selva mediana siempre verde (Miranda y Hernández, 1963; Miranda, 1998): se encuentra en menor proporción a la anterior, aquí pueden hallarse varias

especies cuya madera es aprovechable y cuenta con una gran representación de la familia Orchidaceae (SEMAHN, 2013).

- Bosque tropical subcaducifolio/selva mediana subcaducifolia/selva alta subdecidua (Miranda y Hernández, 1963; Miranda, 1998): dentro de la reserva abarca la menor extensión, además de ser el más perturbado, ya que se halla como vegetación secundaria, probablemente debido a la ganadería extensiva (SEMAHN, 2013).

Ajena a esta vegetación se encuentran además extensos manchones de pastizales, vegetación secundaria, arbustiva y de cultivos que en ocasiones separan los parches de vegetación conservada (Figura 7) (SEMAHN, 2013).

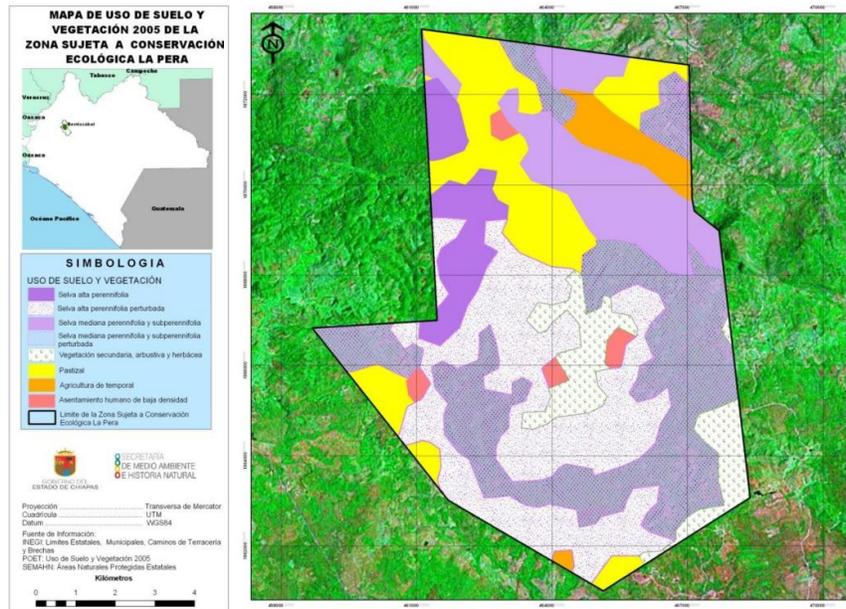


Figura 7. Vegetación y uso de suelo de la ZSCE “La Pera” (SEMAHN, 2013)

## VI. MÉTODO

El presente trabajo se llevó a cabo en el ejido Emiliano Zapata ubicado dentro de los límites de la “La Pera”; los dos hábitats de muestreo seleccionados pertenecen al tipo de vegetación de selva mediana subperennifolia. El primero de ellos ( $16^{\circ}53'30.28''N$ ;  $93^{\circ}18'48.32''O$ ) consta un parche de vegetación primaria conservada, mientras que en el segundo hábitat ( $16^{\circ}53'0.22''N$ ;  $93^{\circ}19'4.87''O$ ) la vegetación primaria fue removida para ser utilizado como zona de potrero para uso ganadero y posteriormente abandonado en el año 2005; actualmente la cobertura forestal es de tipo acahual (vegetación secundaria) en proceso de recuperación (18 años).

### 6.1. RECOLECTA

Las recolectas se realizaron una vez al mes, desde marzo de 2022 hasta enero de 2023; en cada uno de los hábitats se estableció un transecto de 500 m de largo y 10 m de ancho cada uno (Figuras 8 y 9).

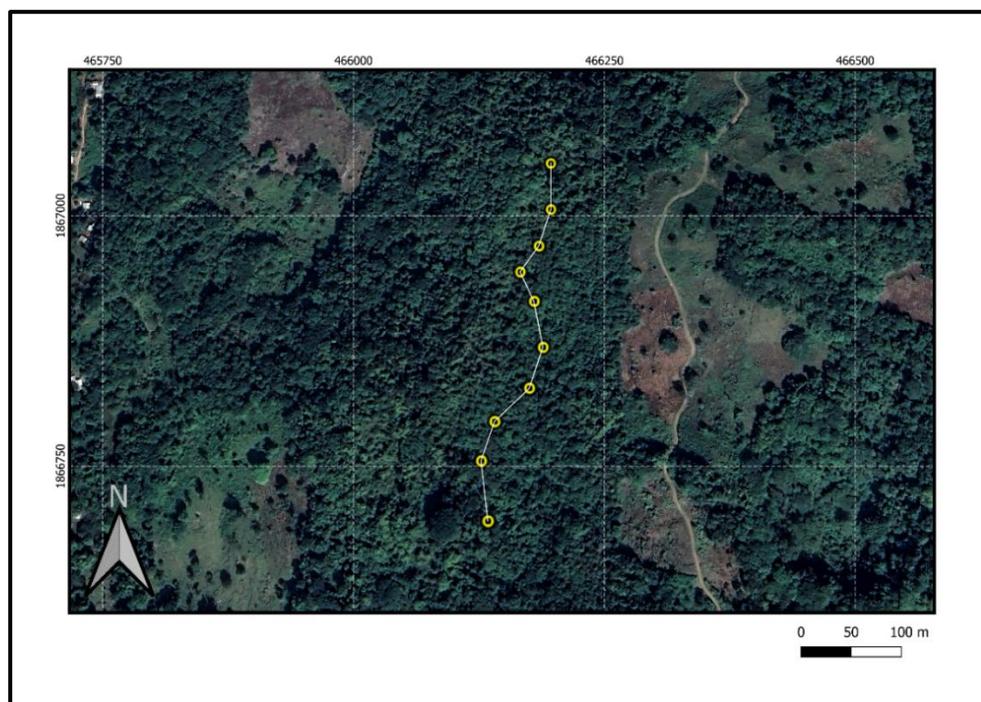


Figura 8. Transecto de la zona de acahual

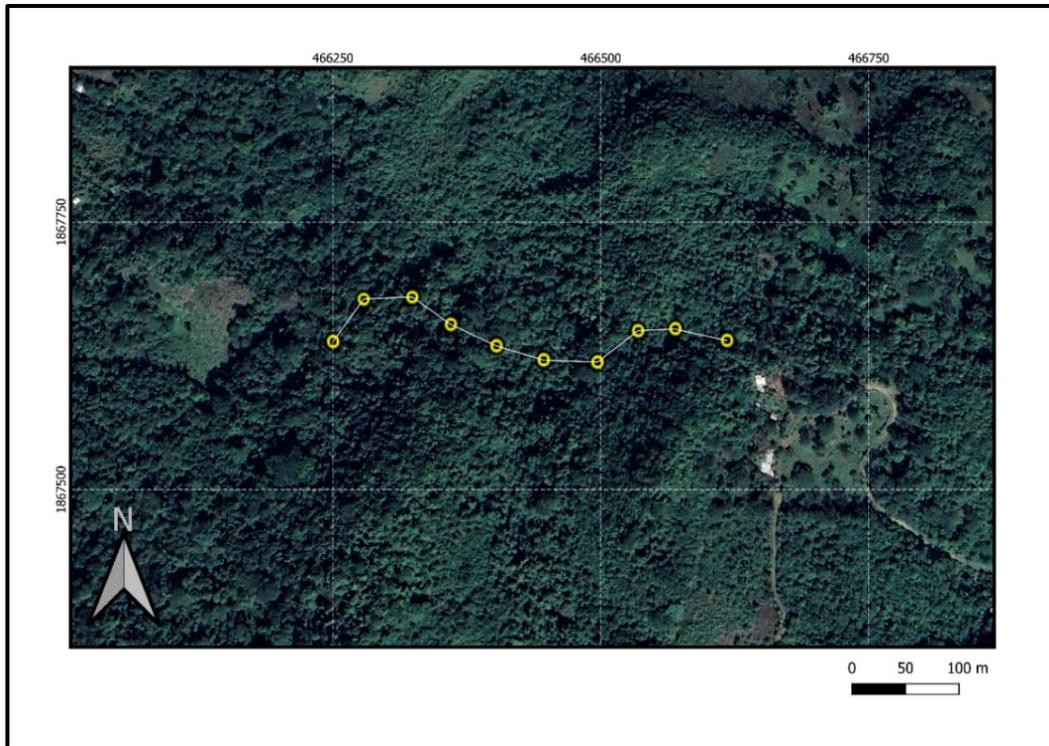


Figura 9. Transecto de la zona de selva mediana

Para la captura de mariposas se utilizaron dos técnicas de muestreo diferentes. La primera consistió en la captura manual mediante el uso de una red entomológica aérea realizando recorridos a lo largo de los transectos atrapando a los ejemplares que se encontraran dentro de 5 m a cada lado del sendero (Figura 10a). El segundo método consistió en el uso de trampas cebadas tipo van Someren Rydon (Figura 10b); estas fueron instaladas en árboles a una altura aproximada de 2 metros y distanciadas por al menos 50 m una de otra a lo largo de los transectos, con un total de 20 trampas entre ambos hábitats. Se utilizaron dos tipos de atrayentes colocados de forma intercalada en cada hábitat (cinco trampas por tipos de cebo): trozos de pescado en descomposición y una mezcla homogénea de azúcar, plátano y cerveza. Las trampas tuvieron un periodo de actividad de 24 h durante cada muestreo.



Figura 10. Métodos de captura de lepidópteros. a) con red entomológica; b) con trampa van Someren Rydon

Los ejemplares capturados se sacrificaron con mucho cuidado por compresión torácica, procurando que las alas estuvieran cerradas hacia arriba; esto se realizó sin manipularlos directamente de las alas, puesto a que un mal manejo puede llevar a que éstas pierdan sus escamas o que se rompan. Posteriormente, los especímenes se almacenaron en sobres de papel milano o glassine (Figura 11) y se resguardaron en un recipiente hermético, para posteriormente trasladarlos al laboratorio del Museo de Referencia de Invertebrados de la UNICACH (Villarreal *et al.*, 2006; Andrade *et al.*, 2013).



Figura 11. Almacenaje de ejemplares en sobres de papel

## 6.2. MONTAJE Y CONSERVACIÓN

Para el montaje los individuos se reblandecieron durante uno o dos días en una cámara húmeda con una toalla o servilletas previamente humedecidas con agua y alcohol al 70% dentro de un recipiente evitando un encharcamiento en el fondo del contenedor, además de que se utilizaron rejillas para evitar que los especímenes tuvieran contacto directo con el papel o paño (Andrade *et al.*, 2013).

Una vez que los ejemplares se reblandecieron, el montaje consistió en atravesar con alfileres entomológicos en el centro del tórax y se colocaron en un extensor o restridor de mariposas, donde se extendieron y acomodaron las alas de forma que quedaran perpendiculares al cuerpo y, con ayuda de alfileres y una tira de papel milano o plástico delgado. Los ejemplares se mantuvieron en tablas de extensión hasta que estuvieran secos nuevamente (Figura 12) (Gómez y Jones, 2002; Andrade *et al.*, 2013).

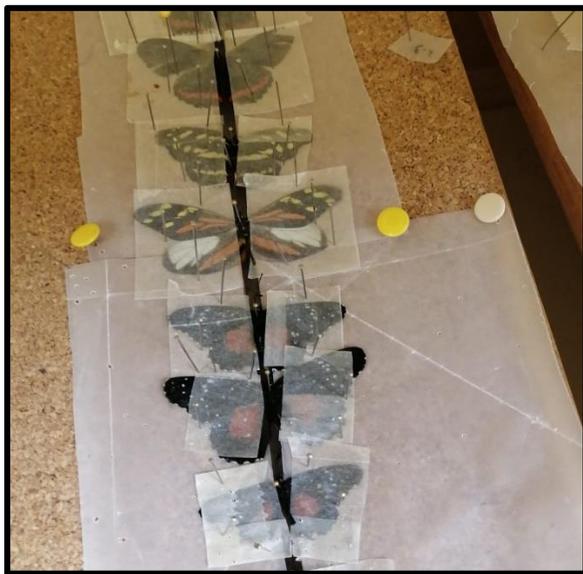


Figura 12. Extensión alar de los ejemplares

### **6.3. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA**

Previo a colocarlas en la caja entomológica se realizó la determinación taxonómica de los ejemplares mediante la consulta a la obra de Zúñiga (2010) y el uso de guías como la “Swift guide of butterflies of Mexico and Central America” de Glassberg (2017), la lista ilustrada “Butterflies of America” de Warren *et al.* (2023), el “Manual de identificación mariposas diurnas y nocturnas” de Carter (1993), además de que se revisaron ejemplares resguardados en la colección de lepidópteros del Museo de Referencia de Invertebrados de la UNICACH. Una vez identificadas se registraron en una base de datos de EXCEL® y se les agregaron sus respectivas etiquetas con los siguientes datos: fecha de colecta, nombre del colector, localidad, método de captura, fecha de determinación, especie, nombre de quien la identificó y el número correspondiente en la base de datos. Para finalizar se colocaron los ejemplares montados dentro cajas entomológicas en orden consecutivo según el número asignado en la base de datos.

### **6.4. ANÁLISIS DE DATOS**

#### **6.4.1. Eficiencia de muestreo**

Para ver la completitud del muestreo se emplearon curvas de rarefacción-extrapolación de especies mediante el análisis del número efectivo de especies ( $q=0$ ) haciendo uso de un método de remuestreo Bootstrap con 100 repeticiones en el software en línea iNEXT (Chao *et al.*, 2016).

#### **6.4.2. Riqueza y abundancia**

Para medir la riqueza y abundancia se manejó el número total de especies registradas o riqueza específica (S) para cada sitio de muestreo y la zona en general; mientras que para la abundancia se registró el número de individuos colectados por especie (N) (Moreno, 2001).

### **6.4.3. Diversidad alfa**

La diversidad alfa busca caracterizar la estructura de una comunidad en una zona específica mediante el número de especies distintas (riqueza) con las que cuente y la uniformidad de éstas (Thukral, 2017). En el presente trabajo se evaluó mediante el uso de especies efectivas de acuerdo a los números de Hill; para esto se calculó el exponencial de la entropía del índice de Shannon o diversidad del primer orden ( $q=1$ ) y el índice de dominancia inverso de Simpson o la diversidad del segundo orden ( $q=2$ ); siendo que en el primero todas las especies se consideran con un peso proporcional a su frecuencia en la muestra, mientras que el segundo se basa en las especies dominantes de la comunidad, quitándole peso a las especies raras (Jost, 2006). Estos análisis se realizaron utilizando un método de remuestreo Bootstrap con 1 000 repeticiones en el software en línea iNEXT (Chao *et al.*, 2016).

### **6.4.4. Diversidad beta**

Se comprende como biodiversidad beta al grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico entre hábitats (Whittaker, 1972), lo que permite conocer que tanto difiere o se asemeja la composición de especies entre zonas; para este proyecto se usó el índice cualitativo de similitud de Simpson y el índice cuantitativo de Morisita-Horn, obtenidos mediante la versión 4.0.3 del programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

Según Baselga *et al.* (2007) el índice de similitud de Simpson señala qué tan parecida es una zona de otra mediante la consideración de la proporción de especies compartidas en relación a la muestra con el menor número de especies, sin tomar en cuenta su abundancia; mientras que el índice de Morisita-Horn relaciona las abundancias específicas con las abundancias relativas y total, lo que lo vuelve sensible ante la abundancia de las especies dominantes (Villareal *et al.*, 2006).

#### **6.4.5. Distribución estacional**

De igual forma se estableció la distribución estacional de la riqueza y abundancia de las especies de Papilionoidea colectadas, esto a partir de los datos históricos de precipitación y temperatura media mensual, obtenidos de la estación meteorológica más cercana a la ZSCE “La Pera” en el municipio de Berriozábal (Servicio Meteorológico Nacional [SMN], 2018). De esta manera, se realizó un análisis de regresión lineal para determinar si existe relación entre la riqueza y abundancia respecto a dichas variables ambientales.

#### **6.4.6. Especies indicadoras de hábitat**

Para conocer el nivel de especialización que tienen las especies capturadas respecto a los dos puntos de muestreo se optó por utilizar el método del valor indicador o IndVal, el cual se basa en el grado de exclusividad que tiene una especie hacia un hábitat determinado y en la fidelidad o la frecuencia de ocurrencia dentro del mismo (Dufrêne y Legendre, 1997). El criterio utilizado para considerar a una especie como indicadora fue que tuvieran un IndVal  $\geq 50\%$ , mientras que si tiene valor menor a este pero  $\geq 25\%$  se consideraban como detectoras tal como sugieren Tejeda-Cruz *et al.* (2008). La prueba se ejecutó a través del software PAST versión 4.0.9 (Hammer *et al.*, 2001).

## VII. RESULTADOS

### 7.1. RIQUEZA Y ABUNDANCIA

En total se recolectaron 479 individuos que corresponden a 104 especies agrupadas en 81 géneros y seis familias. La familia Nymphalidae la que presentó mayor diversidad con 63 especies y 46 géneros, mientras que Papilionoidea fue la menos diversa (Cuadro 1). Las especies más abundantes fueron *Oleria paula* (Weymer, 1883) (n = 49 individuos), *Pseudodebis zimri* (A, Butler, 1869) (n = 35), *Chlosyne janais* (Drury, 1782) (n = 24) y *Greta morgane* (Geyer, 1837) (n = 22), Por el contrario, un total de 44 especies (42.3% de la riqueza total) estuvieron representadas por un solo individuo.

Cuadro 1. Composición de Papilionoidea en la ZSCE “La Pera”

FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
Nymphalidae	46	63
Hesperiidae	19	19
Pieridae	7	10
Riodinidae	3	6
Lycaenidae	4	4
Papilionidae	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>81</b>	<b>104</b>

Estas especies se encontraron repartidas dentro de las dos zonas de muestreo, presentándose una mayor diversidad en el acahual, donde se reportaron 81 especies pertenecientes a 63 géneros y cinco familias; por otro lado, en la selva el número de especies presentes fue de 68, las cuales corresponden a 58 géneros y seis familias (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición de Papilionoidea en los hábitats de selva y acahual

FAMILIA	SELVA		ACAHUAL	
	GÉNEROS	ESPECIES	GÉNEROS	ESPECIES
<b>Nymphalidae</b>	36	45	42	55
<b>Hesperiidae</b>	7	7	15	15
<b>Pieridae</b>	7	8	2	4
<b>Riodinidae</b>	3	3	3	6
<b>Lycaenidae</b>	3	3	1	1
<b>Papilionidae</b>	2	2	-	-
<b>TOTAL</b>	58	68	63	81

La abundancia fue mayor en el sitio del acahual, mostrando el valor más alto (287 individuos, 59.92%) en comparación del hábitat de selva (192 individuos, 40.08%) (Cuadro 3). En relación con las especies que presentaron mayor abundancia, en el acahual las especies dominantes fueron: *Oleria paula* (Weymer, 1883) (n = 23), *Greta morgane* (Geyer, 1837) (n = 20), *Pseudodebis zimri* (A. Butler, 1869) (n = 18), *Chlosyne janais* (Drury, 1782) (n = 14), *Pteronymia cottyto* (Guérin-Méneville, 1844) (n = 13) y *Biblis hyperia* (Cramer, 1779) (n = 13). Por su parte, en la selva, las especies más abundantes fueron: *Oleria paula* (Weymer, 1883) (n = 26), *Pseudodebis zimri* (A. Butler, 1869) (n = 17) y *Chlosyne janais* (Drury, 1782) (n = 10).

Cuadro 3. Especies de la superfamilia Papilionoidea en la ZSCE "La Pera", Chiapas

FAMILIA	ESPECIE	SELVA	ACAHUAL	TOTAL
Papilionidae	<i>Heraclides anchisiades</i> Esper, 1778	1	-	1
	<i>Parides eurimedes mylotes</i> H. Bates, 1861	1	-	1
Lycaenidae	<i>Atlides carpasia</i> Hewitson, 1868	1	-	1
	<i>Laothus barajo</i> Reakirt, 1867	-	2	2
	<i>Leptotes cassius</i> Cramer, 1775	1	-	1
	<i>Strymon istapa</i> Reakirt, 1867	1	-	1
Riodinidae	<i>Calephelis sp</i> Grote y Robinson, 1869	2	2	4
	<i>Calephelis sp2</i> Grote y Robinson, 1869	-	1	1
	<i>Calephelis sp3</i> Grote y Robinson, 1869	-	1	1
	<i>Emesis tegula</i> Godman y Salvin, 1886	1	2	3
	<i>Emesis tenedia</i> C. Felder y R. Felder, 1861	-	1	1

Riodinidae	<i>Mesosemia lamachus</i> Hewitson, 1857	3	6	9
Pieridae	<i>Abaeis albula</i> Cramer, 1775	2	-	2
	<i>Abaeis salome</i> C. Felder y R. Felder, 1861	-	3	3
	<i>Abaeis xantochlora</i> Kollar, 1850	4	9	13
	<i>Ascia monuste</i> Linnaeus, 1764	1	-	1
	<i>Dismorphia amphione</i> Cramer, 1779	-	5	5
	<i>Dismorphia theucharila</i> E. Doubleday, 1848	3	3	6
	<i>Eurema daira</i> Godart, 1819	2	-	2
	<i>Leptophobia aripa</i> Boisduval, 1836	1	-	1
	<i>Pereute charops</i> Boisduval, 1836	1	-	1
	<i>Phoebis argante</i> Fabricius, 1775	1	-	1
	Hesperiidae	<i>Aguna asander</i> Hewitson, 1867	-	3
<i>Antigonus funebris</i> R. Felder, 1869		-	1	1
<i>Astrartes fulgurator</i> Walchs, 1775		-	1	1
<i>Autochton zarex</i> Hübner, 1818		2	8	10
<i>Bolla sp</i> Bolla, 1904		4	1	5
<i>Burnsius oileus</i> Linnaeus, 1767		3	1	4
<i>Cecropterus (Thorybes) egregius</i> A. Butler, 1870		-	1	1
<i>Eantis pallida</i> R. Felder, 1869		-	1	1
<i>Heliopetes arsalte</i> Linnaeus, 1758		2	-	2
<i>Pyrgus sp</i> Hübner, 1819		-	1	1
<i>Euphyes sp</i> Scudder, 1872		-	1	1
<i>Piruna sp</i> Evans, 1955		-	1	1
<i>Polygonus savigny</i> Latreille, 1824		1	-	1
<i>Quasimellana andersoni</i> Burns, 1994		-	1	1
<i>Spathilepia clonius</i> Cramer, 1775		-	1	1
<i>Staphylus tierra</i> Evans, 1953		1	-	1
<i>Telemiades sp</i> Hübner, 1819		-	1	1
<i>Urbanus pronus</i> Evans, 1952		-	3	3
<i>Vinius tryhana</i> Kaye, 1914	1	-	1	
Nymphalidae	<i>Adelpha iphicleola</i> H. Bates, 1864	-	1	1
	<i>Amiga sericeella</i> H. Bates, 1864	2	4	6
	<i>Anartia fatima</i> Fabricius, 1793	7	4	11
	<i>Anthanassa drusilla</i> C. Felder y R. Felder, 1861	1	1	2
	<i>Anthanassa ptolyca</i> H. Bates, 1864	2	7	9
	<i>Anthanassa subota</i> Godman y Salvin, 1878	2	-	2
	<i>Anthanassa tulcis</i> H. Bates, 1864	-	3	3

Nymphalidae	<i>Archaeoprepona amphimachus</i> Fabricius, 1775	-	1	1
	<i>Archaeoprepona demophon</i> Linnaeus, 1758	1	1	2
	<i>Archaeoprepona demophoon</i> Hübner, 1814	1	1	2
	<i>Biblis hyperia</i> Cramer, 1779	6	13	19
	<i>Cabares potrillo</i> Lucas, 1857	-	1	2
	<i>Caligo telamonius</i> C. Felder y R. Felder, 1862	1	-	1
	<i>Caligo uranus</i> Herrich-Schäfer, 1850	1	1	2
	<i>Catonephele mexicana</i> Jenkins y R. G. Maza, 1985	2	6	8
	<i>Chlosyne janais</i> Drury, 1782	10	14	24
	<i>Cissia pompilia</i> C. Felder y R. Felder, 1862	1	10	11
	<i>Cissia pseudoconfusa</i> Singer, DeVries y P. Ehrlich, 1983	-	1	1
	<i>Colobura dirce</i> Linnaeus, 1758	-	1	1
	<i>Cyllopsis hedemanni</i> R. Felder, 1869	1	-	1
	<i>Danaus gilippus</i> Cramer, 1775	2	1	3
	<i>Diaethria astala</i> Guérin-Méneville, 1844	1	-	1
	<i>Dione moneta</i> Hübner, 1825	-	1	1
	<i>Dircenna jemina</i> Geyer, 1837	1	-	1
	<i>Dircenna klugii</i> Geyer, 1837	1	7	8
	<i>Dryas iulia</i> Fabricius, 1775	1	1	2
	<i>Dynamine artemisia</i> Fabricius, 1793	2	2	4
	<i>Dynamine dyonis</i> Geyer, 1837	-	1	1
	<i>Dynamine postverta</i> Cramer, 1779	1	-	1
	<i>Epiphile iblis</i> C. Felder y R. Felder, 1861	1	-	1
	<i>Episcada salvinia</i> H. Bates, 1864	3	3	6
	<i>Eresia phillyra</i> Hewitson, 1852	3	2	5
	<i>Eueides aliphera</i> Godart, 1819	-	1	1
	<i>Eueides isabella</i> Stoll, 1781	4	2	6
	<i>Euptychia westwoodi</i> A. Butler, 1867	1	-	1
	<i>Greta annette</i> Guérin-Méneville, 1844	7	3	10
	<i>Greta morgane</i> Geyer, 1837	2	20	22
	<i>Hamadryas februa</i> Hübner, 1823	-	1	1
	<i>Heliconius charithonia</i> Linnaeus, 1767	6	4	10
	<i>Heliconius erato</i> Linnaeus, 1758	-	1	1
	<i>Heliconius ismenius</i> Latreille, 1817	1	3	4
<i>Hermeuptychia sosybius</i> Fabricius, 1793	7	10	17	
<i>Hyposcada virginiana</i> Hewitson, 1855	-	2	2	
<i>Hypothyris lycaste</i> Fabricius, 1793	-	1	1	

Nymphalidae	<i>Ithomia patilla</i> Hewitson, 1852	1	1	2
	<i>Malaveria alcinoe</i> C. Felder y R. Felder, 1867	3	1	4
	<i>Manataria maculata</i> Hopffer, 1874	2	2	4
	<i>Mechanitis lysimnia utemaia</i> Reakirt, 1866	5	2	7
	<i>Mechanitis polymnia</i> Linnaeus, 1758	1	1	2
	<i>Megeuptychia antonoe</i> Cramer, 1775	-	1	1
	<i>Morpho helenor</i> Cramer, 1776	5	5	10
	<i>Napeogenes tolosa</i> Hewitson, 1855	-	2	2
	<i>Oleria paula</i> Weymer, 1883	26	23	49
	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i> Fabricius, 1776	3	3	6
	<i>Pseudodebis zimri</i> A. Butler, 1869	17	18	35
	<i>Pteronymia artena</i> Hewitson, 1855	-	2	2
	<i>Pteronymia cotytto</i> Guérin-Méneville, 1844	2	13	15
	<i>Siproeta epaphus</i> Latreille, 1813	1	1	2
	<i>Siproeta stelenes</i> Linnaeus, 1758	1	4	5
	<i>Smyrna blomfieldia</i> Fabricius, 1781	2	3	5
	<i>Tegosa guatemalena</i> H. Bates, 1864	-	2	2
	<i>Vareuptychia themis</i> A. Butler, 1867	-	1	1
<i>Yphthimoides renata</i> Stoll, 1780	1	5	6	

## 7.2. REPRESENTATIVIDAD DEL INVENTARIO

De acuerdo con lo que se puede observar en la Figura 13, se puede decir que las curvas de rarefacción para ambos sitios no se estabilizaron ni alcanzaron la asíntota, y al extrapolar las abundancias al doble de cada muestra se estima un total de 109.12 ( $\pm 27.9$ ) especies efectivas para el hábitat de acahual y 89.6 ( $\pm 21.09$ ) para el de la selva, resultando en una eficiencia de muestreo de 86.8% y 82.9% para cada uno de los sitios respectivamente. En cuanto a la curva de las especies totales de ambos sitios, la extrapolación estimada fue de 135.54 ( $\pm 29.89$ ) especies efectivas con una eficiencia de muestreo del 90.6% (Figura 14).

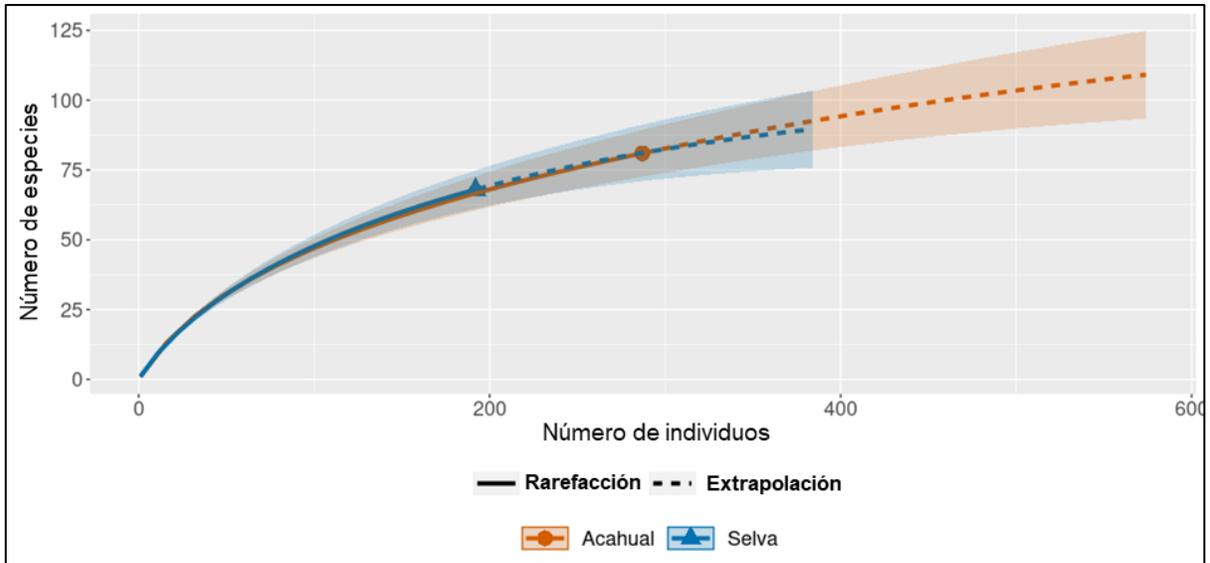


Figura 13. Curvas de rarefacción-extrapolación de la riqueza de especies, a partir de las abundancias de cada sitio de muestreo con intervalos de confianza del 95% (área sombreada)

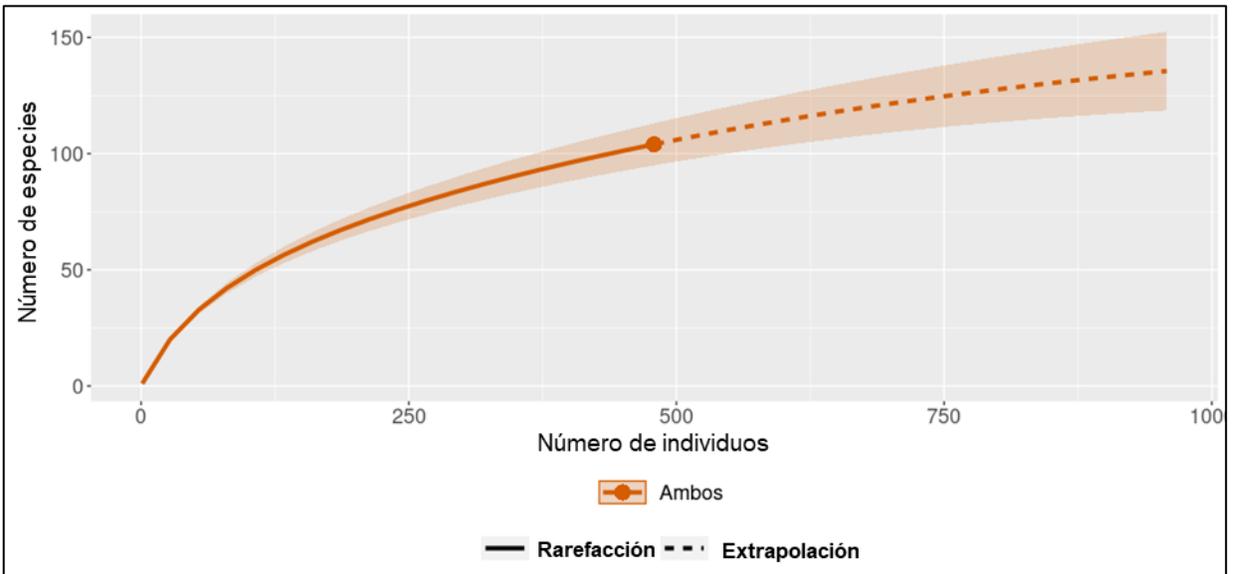


Figura 14. Curvas de rarefacción-extrapolación de la riqueza de especies, a partir de las abundancias de ambos sitios de muestreo con intervalos de confianza del 95% (área sombreada)

### 7.3. DIVERSIDAD ALFA

De manera general, el acahual presentó los valores de diversidad más altos. La diversidad de Shannon ( $q = 1$ ) arrojó valores de 41.34 y 47.74 para la selva y el acahual respectivamente. Mientras que los valores de la diversidad de Simpson ( $q = 2$ ) señalan un total de 23.97 especies dominantes en el hábitat de selva y 31.47 para el acahual, no obstante, de acuerdo con los intervalos de confianza, no se encontraron diferencias significativas entre las diversidades de ambos sitios (Figura 14).

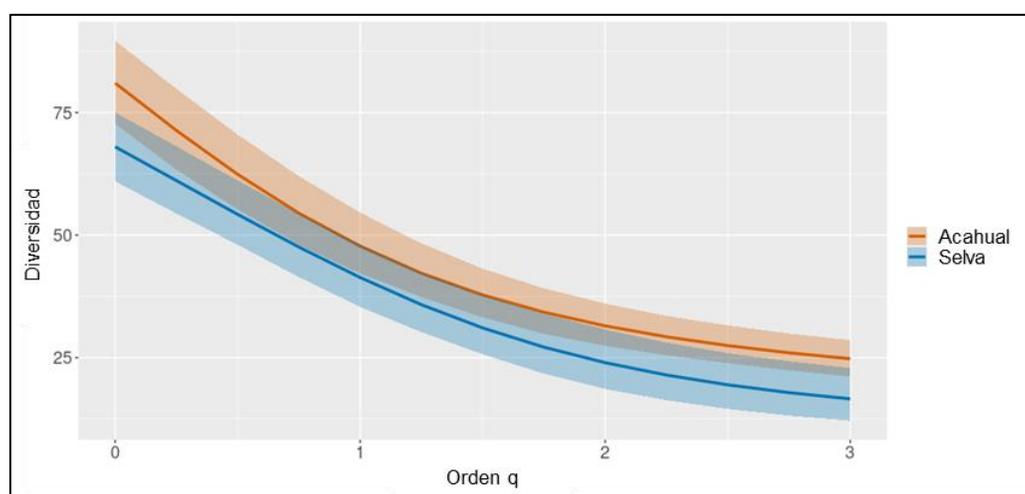


Figura 14. Perfiles de diversidad de cada sitio de muestreo con intervalos de confianza al 95% (área sombreada)

### 7.4. DIVERSIDAD BETA

Se encontró que, de las 104 especies registradas, 23 se capturaron únicamente en la selva, 36 solo estuvieron presentes en el acahual y las 45 restantes se compartieron entre ambos hábitats representando el 43% de las especies totales (Figura 15).

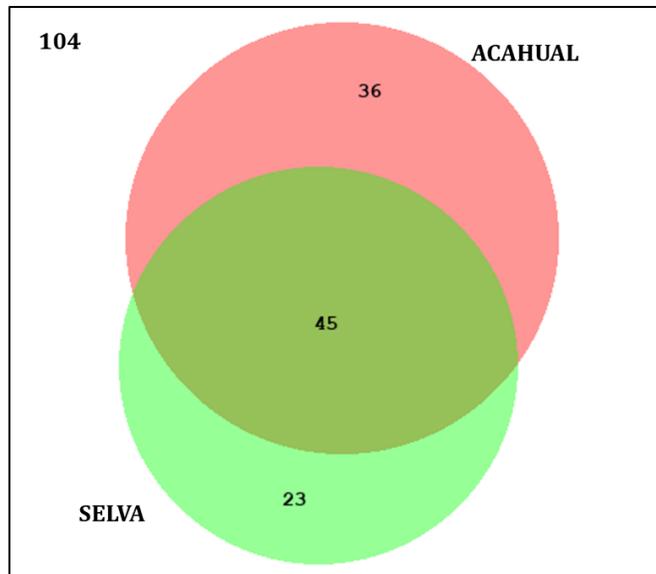


Figura 15. Número de especies exclusivas y compartidas (solapamiento) entre hábitats

Los índices de Simpson (0.81) y Morisita-Horn (0.79) revelaron valores de similitud altos entre los dos hábitats, por lo que se puede establecer que existe un alto porcentaje de similitud en la composición y estructura de las especies que pueden encontrarse en el hábitat de selva y de acahual.

## 7.5. DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL

Si bien la riqueza y abundancia de mariposas cambiaba a lo largo de los meses de muestreo, no se pudo establecer una distribución temporal definida, ya que éstas no mantuvieron una correlación significativa con las variables de temperatura y precipitación en ninguno de los dos hábitats (Cuadro 4).

Cuadro 4. Relación entre diversidad y abundancias respecto a la temperatura y precipitación

Sitio	Variable	Temperatura		Precipitación	
		R <sup>2</sup>	p	R <sup>2</sup>	p
Acahual	Riqueza	0.063424	0.45503	0.081718	0.39413
	Abundancia	0.026153	0.63475	0.069382	0.43386
Selva	Riqueza	0.00013224	0.97323	0.17997	0.19346
	Abundancia	0.00034833	0.95656	0.11266	0.31292

De igual forma es posible apreciar que en el acahual la abundancia es mayor en cada uno de los meses de muestreo, a excepción de septiembre; asimismo el acahual presentó una mayor cantidad de especies en la mayoría de los muestreos (Figuras 16 y 17). En la zona de acahual, los meses donde se tuvo una mayor cantidad de mariposas fueron agosto seguido por mayo y noviembre, mientras que para la selva los meses con mayor abundancia fueron agosto, septiembre, mayo y noviembre. Respecto a los meses con menor cantidad de especies y especímenes se encuentran los de marzo y junio para el acahual, mientras que para la selva fueron los de marzo, abril y junio.

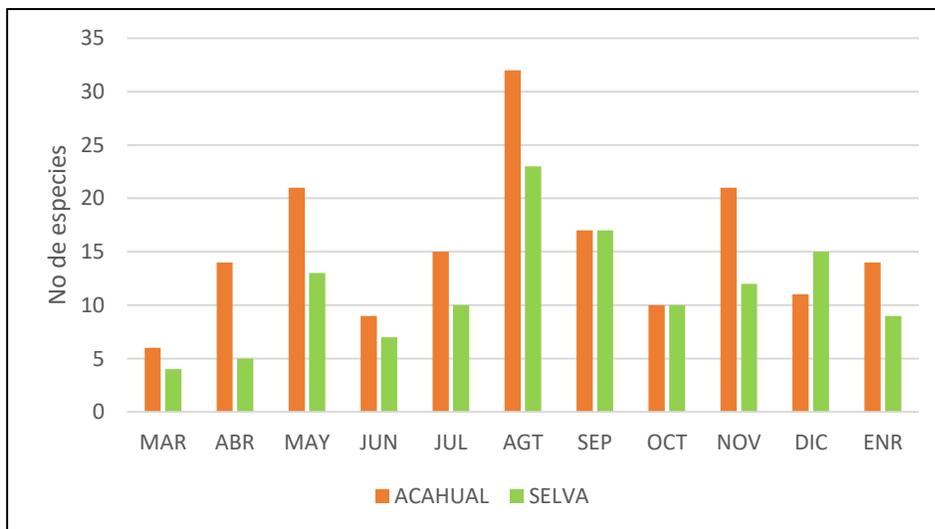


Figura 16. Riqueza de mariposas a lo largo de los meses de muestreo

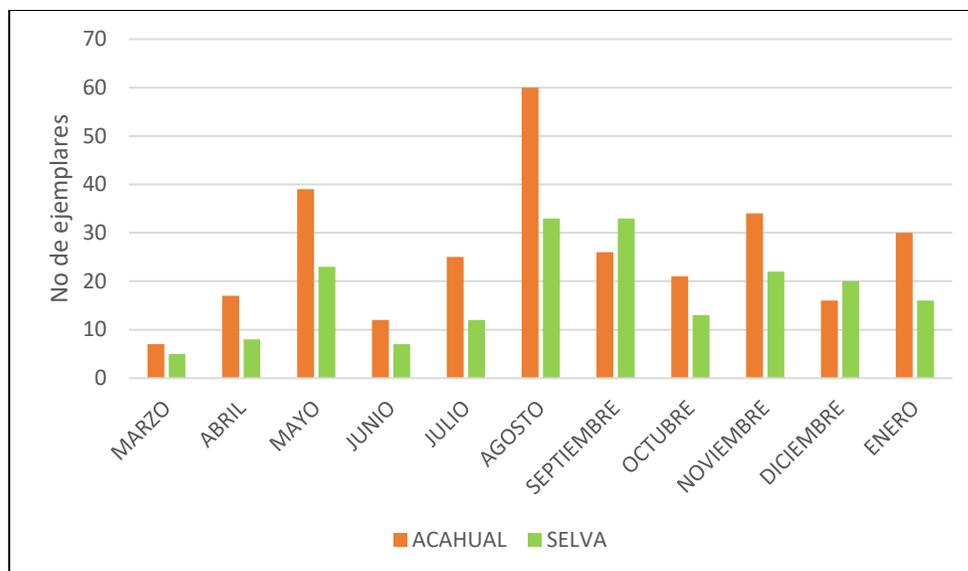


Figura 17. Abundancia de mariposas a lo largo de los meses de muestreo

A pesar de que la presencia de especies variaba entre los diferentes meses de muestreo, hubo algunas que se pudieron encontrar en al menos la mitad de los muestreos, siendo éstas: *Anartia fatima* (Fabricius, 1793), *Autochton zarex* (Hübner, 1818), *Biblis hyperia* (Cramer, 1779), *Chlosyne janais* (Drury, 1782), *Amiga sericeella* (H. Bates, 1864), *Abaeis xantochlora* (Kollar, 1850), *Greta annette* (Guérin-Méneville, 1844), *Greta morgane* (Geyer, 1837), *Heliconius charitonia* (Linnaeus, 1767), *Hermeuptychia sosybius* (Fabricius, 1793), *Oleria paula* (Weymer, 1883), *Pteronymia cotyto* (Guérin-Méneville, 1844), *Ypthimoides renata* (Stoll, 1780) y *Pseudodebis zimri* (A. Butler, 1869).

## 7.6. ESPECIES INDICADORAS DE HÁBITAT

Los resultados del IndVal señalaron que en ninguno de los hábitats hubo especies con un valor indicador superior al 50%, por lo que, no tener una asociación significativa, no pueden categorizarse como indicadoras; a pesar de esto se pudo observar que algunas de ellas podían categorizarse como detectoras al tener un IndVal menor al 50% pero igual o mayor a 25% (Figura 18).

Para el hábitat de selva se determinaron cinco especies detectoras, las cuales al ordenarse de menor a mayor IndVal quedaron de la siguiente manera: *Greta annette* (Guérin-Méneville, 1844) (25.45%), *Mechanitis lysimnia* (Reakirt, 1866) (25.97%), *Anartia fatima* (Fabricius, 1793) (28.93%), *Oleria paula* (Weymer, 1883) (33.77%) y *Pseudodebis zimri* (A. Butler, 1869) (35.32%). Mientras que para el hábitat de acahual el ordenamiento fue el siguiente: *Chlosyne janais* (Drury, 1782) (26.52%), *Catonephele mexicana* (Jenkins y R. G. Maza, 1985) (27.27%), *Dismorphia amphione* (Cramer, 1779) (27.27%), *Anthanassa tulcis* (H. Bates, 1864) (27.27%), *Pseudodebis zimri* (A. Butler, 1869) (28.05%), *Ypthimoides renata* (Stoll, 1780) (29.09%), *Hermeuptychia sosybius* (Fabricius, 1793) (30.68%), *Biblis hyperia* (Cramer, 1779) (31.1%), *Oleria paula* (Weymer, 1883) (34.14%), *Cissia pompilia* (C. Felder y R. Felder, 1862) (41.32%), *Autochton zarex* (Hübner, 1818) (43.64%), *Pteronymia cotytto* (Guérin-Méneville, 1844) (47.27%) y *Greta morgane* (Geyer, 1837) (49.59%); siendo estas últimas dos las más cercanas a poseer un valor de 50%.

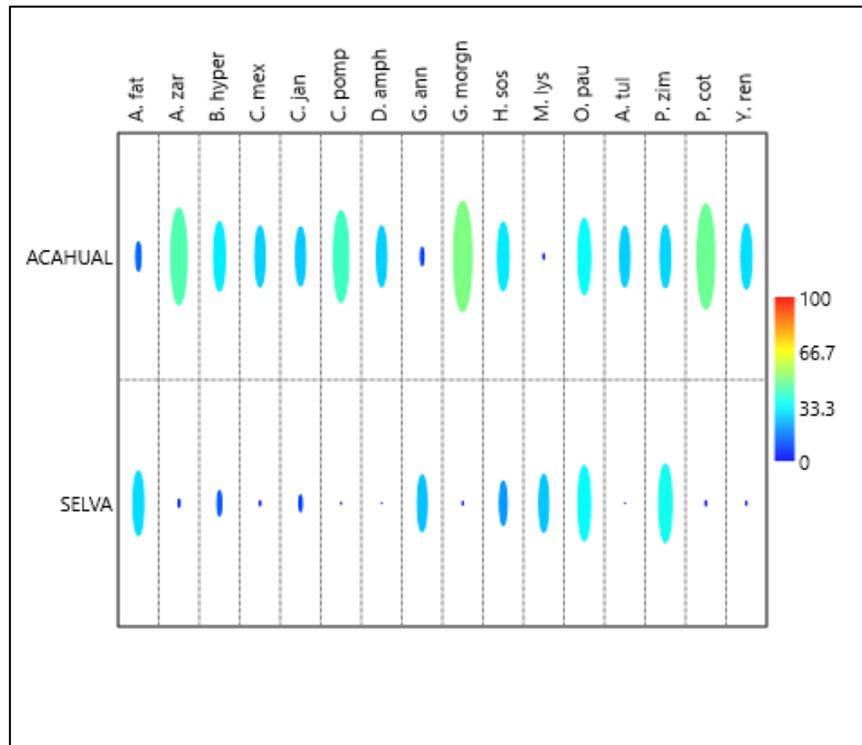


Figura 18. Valor indicador de las especies respecto a los sitios de muestreo

## VIII. DISCUSIÓN

### 8.1. EFECTIVIDAD DE MUESTREO

Las curvas de rarefacción-extrapolación indican que el esfuerzo de muestreo fue significativo más no suficiente para poder obtener un inventario completo sobre las especies de mariposas que pueden encontrarse en cada uno de los hábitats, ya que ambos presentaron una eficiencia de muestreo menor al 90%, mostrando que las curvas están lejos de alcanzar la asíntota; sin embargo, cuando se manejó el total de especies entre ambos sitios este sí alcanzó dicho valor teniendo una mayor representatividad.

Una probable causa de que la representatividad no exponga valores tan altos puede recaer en el método de muestreo, ya que, en el caso de las mariposas, es óptimo muestrear dos o más veces a la semana durante dos o tres semanas al mes (ya sea durante los meses representativos o durante ciclos anuales), proporcionando una mayor información sobre las especies que podemos encontrar en una región; asimismo, se ha visto que el tiempo recomendable para llevar a cabo las recolectas es desde las primeras horas de luz hasta la puesta de sol (de 7:00 h a 18:00 h), tiempo en donde se recorren los transectos constantemente haciendo registros visuales, capturas con red aérea y se revisan las trampas cebadas cada 10 minutos; caso similar sucede con los sitios de muestreo, que si bien pueden establecerse uno por hábitat, se prefiere una mayor cantidad de réplicas para que el número de especies registradas sea mayor (Brown, 1972; Wettstein y Schmid, 2001; Pozo *et al.*, 2005).

Si bien estas son algunas de las recomendaciones para el muestreo de mariposas, los métodos para registrar sus poblaciones llegan a ser muy variados. Según como se realicen pueden influir en el número de individuos y especies registradas para un área, por lo que pueden implementarse y modificarse de la forma que se considere más conveniente para cumplir los objetivos (Pozo *et al.*, 2005). En el presente trabajo hubo dos limitaciones principales que llevaron a establecer los

métodos aplicados: el recurso económico en conjunto con la cantidad de las personas y su tiempo disponible para apoyar durante la realización del proyecto. Estas condiciones no favorecieron que se llevaran a cabo más muestreos al mes en más de un sitio por hábitat durante un rango de horas más amplio, afectando en la efectividad tanto de la captura manual como de las trampas.

A pesar de estas restricciones se pudo registrar un número importante de los Papilionoidea para la ZSCE “La Pera”, reportándose un total de 104 especies de las aproximadamente 1 252 que pueden encontrarse en Chiapas (León-Cortés *et al.*, 2013), representando alrededor del 8% de las mariposas presentes en el estado en tan solo una pequeña porción de las 7 506 ha que posee esta ANP. Dicho número de especies es considerable cuando se toma en cuenta que en la mayoría de los sitios donde se llevan a cabo colectas de mariposas en Chiapas (98%) difícilmente superan las 100 especies (Luis *et al.*, 2011).

Incluso, tomando como referencia el inventario llevado a cabo en el Parque Nacional “Cañón del Sumidero” por Zúñiga en 2010, que es de interés por su adyacencia a “La Pera”, se puede observar que la riqueza de especies es similar con un esfuerzo de muestreo bastante parecido, registrando 116 especies, de las cuales se comparten 34 (32.69%) con el presente proyecto; en el caso de las especies reportadas para “La Pera” en la guía elaborada por García *et al.* (2019), se supera el número registradas en ésta (57) por 47 especies, además de compartir 32 con este trabajo (56.14%).

Sumado a lo anterior, se puede decir que el inventario realizado es fiable, ya que, como mencionan Jiménez y Hortal (2003), registrar la totalidad de las especies de un área determinada en un inventario por lo general es una tarea imposible o muy difícil de realizar, lo cual se acentúa aún más cuando se trabaja con invertebrados, donde clasifican los insectos y por ende las mariposas, puesto que es uno de los denominados grupos hiperdiversos pero pobremente conocidos; no obstante el haber hecho uso de las curvas de acumulación de especies, un método sencillo y robusto para la valoración de la calidad de los inventarios biológicos, se permite que en análisis

posteriores se obtengan resultados más acertados, pudiendo comparar metodologías y niveles de esfuerzo de muestreo.

## **8.2. DIVERSIDAD**

Los resultados de la diversidad alfa y beta indican que las diferencias no fueron significativas entre ambos sitios, lo cual sugiere que, tanto en la zona de selva como en la de acahual, los recursos del que pueden disponer las mariposas probablemente son bastante similares, ya que se ha visto que la suplementación de recursos puede ser motivo de que ciertas especies se presenten simultáneamente en los distintos hábitats (van Halder *et al.*, 2011); esto debido a que, si bien el acahual es una zona perturbada utilizada anteriormente para aprovechamiento humano, al haber contado con vegetación original remanente durante su recuperación, pudo desarrollar un ambiente que contara con los requisitos necesarios para sostener especies de mariposas que se hallan en las zonas conservadas circundantes.

Incluso con esta similitud entre hábitats, se puede observar que el acahual aportó un mayor número de especies e individuos a pesar de contar con un mayor grado de perturbación e intervención humana; según Blair (2001), las áreas con desarrollo humano bajo o moderado tienden a presentar una mayor riqueza específica en algunos taxa como el de las mariposas. Asimismo, Ospina *et al.* (2015) mencionan que las actividades humanas como la deforestación han llevado a la fragmentación de los paisajes naturales y a la formación de distintos parches que ofrecen hábitats de distinta calidad para la fauna, los cuales pueden llegar a presentar una diversidad considerable.

De forma similar, se ha demostrado que la fragmentación en la vegetación en zonas aprovechadas puede llevar a un aumento en la riqueza y diversidad de especies de lepidópteros, debido a que en estos puede presentarse una mayor variedad de especies vegetales (tal como la aparición de vegetación pionera) y distintos niveles de intensidad lumínica, brindando un mosaico más amplio de microhábitats y de recursos alimenticios, lo que atrae mariposas del borde, de dosel y de áreas abiertas, provocando así una reestructuración en la comunidad de mariposas en las cercanías de los bordes del bosque (Lovejoy *et al.*, 1986; Aguilar 1999).

Esto concuerda con la teoría del disturbio intermedio descrita por Connell (1798), la cual originalmente explicaba la diversidad de corales en arrecifes y de árboles en bosques tropicales con un grado intermedio de perturbación, sin embargo, estudios como el de Josephitis (2013) o el de Rivera y Pinzón (2022) han demostrado que ésta también aplica a los Lepidoptera. Dicha teoría menciona que el número de especies será mayor en un hábitat con mediana perturbación que en uno conservado o en uno con perturbación intensa, pues al encontrarse en este punto medio, la variedad de recursos que brinda evita que las especies competitivamente dominantes excluyan a otras y permite la presencia de especies pertenecientes a zonas prístinas y perturbadas (Morin, 1999).

### **8.3. DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL**

Tal como se menciona en resultados, no se encontró una relación significativa entre las variables independientes de temperatura y precipitación y las variables dependientes de riqueza y abundancia en ninguno de los dos hábitats, lo cual podría deberse a que los datos históricos de las variables ambientales utilizadas son de una estación que se encuentra en la parte urbana de Berriozábal, dando la posibilidad de que no hayan reflejado valores que coincidan con los que se presentaron durante el tiempo de muestreo, ya que éstos se asemejan a los que pueden observarse en otros municipios de la Depresión Central como Tuxtla Gutiérrez, en los que la temporada de lluvias es muy marcada; lo cual difiere a lo observado en los meses muestreados, ya que, si bien no se tomaron datos numéricos sobre las variables ambientales en el tiempo y lugar en que se llevaron a cabo las recolectas, se hizo notorio que la temporada de lluvias es mucho más extensa en “La Pera” que en la parte más habitada del municipio, habiendo precipitaciones en la mayoría del año, algo que es normal según los habitantes de la zona; de igual manera, como ya se mencionó, debido a que los esfuerzos de muestreo no fueron tan intensos, los datos podrían no lograr representar de forma certera dicha distribución estacional.

Independientemente de no haber encontrado una correlación, es evidente que en algunos momentos del año se presentó una mayor riqueza y abundancia; en el caso

del acahual cuando se capturó una mayor cantidad de especies e individuos fue en la temporada de lluvias, teniendo el pico más alto de todo el muestreo en el mes de agosto, seguido por mayo y noviembre que corresponden a la denominada temporada de secas; mientras que para la selva, si bien presentó un alto número de especies e individuos en los mismos meses, igual presentó valores altos en esos rubros durante septiembre (temporada de lluvias).

Estos cambios en la riqueza y abundancia pueden atribuirse a la estrecha relación que las mariposas sostienen con las plantas, las cuales a su vez se ven altamente afectadas por las precipitaciones, siendo que en la época de lluvias la mayoría de las especies de lepidópteros salen de su etapa de diapausa, iniciando su ciclo de alimentación, reproducción y ovoposición (Owen, 1971; Wolda, 1998), además de que al haber una temperatura más estable en este periodo y al aumentar la disposición de agua en el ambiente, la densidad y diversidad en la vegetación también lo hace, generando gran cantidad de hojas y frutos que proporcionan una mayor cantidad de recursos para que los lepidópteros cumplan su ciclo (Wolda, 1998), explicando así la alta riqueza y abundancia de mariposas que se pudo encontrar durante esta temporada.

Asimismo, se presentaron valores importantes en meses que corresponden a la época de secas (mayo y noviembre), donde los cielos despejados y la temperatura propician que se eleven las tasas de evaporación, provocando que la vegetación comience a secarse, por lo que muchas especies de plantas pueden no ser de utilidad para las mariposas durante este periodo (Scott, 1979), sin embargo, en el caso de la selva mediana subperennifolia, las floraciones suelen ser abundantes durante ese tiempo (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2004), el cual es un importante recurso alimenticio para los imagos, que si bien puede no es suficiente para mantener las misma cantidad de especies de mariposas, es fundamental para el sustento de ciertos lepidópteros. Además, aunque los meses de mayo y noviembre corresponden al periodo de secas, éstos se encuentran temporalmente continuos a la época de lluvias, presentándose el comienzo de las precipitaciones en el mes de mayo,

mientras que, en el mes de noviembre, si bien la intensidad de las lluvias disminuye, la vegetación aún cuenta con suficientes reservas de agua para mantener su densidad.

#### **8.4. ESPECIES INDICADORAS**

El análisis de IndVal señaló que ninguna de las especies está tan fuertemente asociada a alguno de los hábitats para considerarse indicadoras, sin embargo, hubo algunas que presentaron asociación suficiente para clasificarse como detectoras, cuya importancia radica en que brindan información de los hábitats y pueden dar nociones sobre los cambios en la calidad de éstos, tales como el grado de conservación o perturbación, y la dirección que van tomando (Tejeda *et al.*, 2008).

De las 16 especies detectoras, solamente dos presentaron un IndVal que las asociaba hacia ambos hábitats, mientras que el resto únicamente exhibía asociación hacia solo uno de ellos. Dichas especies fueron *Oleria paula* (Weymer, 1883) y *Pseudodebis zimri* (A. Butler, 1869), de las cuales, la primera se haya principalmente relacionada a zonas conservadas y remanentes de bosque (González *et al.*, 2016) y la segunda es clasificada como una especie umbrófila que habita en la parte interior de los bosques (Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR), s. d.). Esto lo que sugiere es que el hábitat de selva posee un grado de conservación que le permiten mantener especies asociadas a zonas prístinas; asimismo el acahual, a pesar de contar con varias partes de vegetación abierta y degradada a lo largo del transecto, en las zonas de vegetación más densa, este ha podido irse recuperando al punto en que especies de hábitats más conservados se presenten en él.

Respecto a las especies detectoras que se encontraron únicamente en la selva, éstas son *Greta annette* (Guérin-Méneville, 1844) que habita en los sotobosques sombreados y abiertos de bosques conservados (Willmott y Mallet, 2004); *Mechanitis lysimnia utemaiana* (Reakirt, 1866) que prefiere bordes de bosque con vegetación secundaria y buenos niveles de humedad (Mota *at al.*, 2022) y *Anartia fatima* (Fabricius, 1793), la cual prospera fácilmente en hábitats con perturbación, principalmente en zonas donde en la cercanía se encuentren cultivos bien irrigados (Silberglied *et al.*, 1979). De las tres especies mencionadas, las dos últimas hacen alusión a un hábitat perturbado, dando a entender que, a pesar de ser un ambiente

con menor perturbación, el hábitat de selva se ve influenciado por la actividad humana, pudiendo verse afectada en la composición de mariposas si ésta continúa o aumenta.

Por último, las especies que fueron detectoras sólo para el acahual indican que dicho hábitat favorece la presencia de mariposas características de zonas perturbadas, del borde del bosque o generalistas. *Autochton zarex* (Hübner, 1818) es una especie generalista y puede encontrarse en vegetación primaria o secundaria, por lo que no tiene problema en habitar áreas conservadas o perturbadas (Gaviria y Henao, 2011; Guerra *et al.*, 2016), al igual que *Catonephele mexicana* (Jenkins y R. G. Maza, 1985), *Pteronymia cotyttto* (Guérin-Méneville, 1844) y *Greta morgane* (Geyer, 1837), sólo que estas tienen mayor preferencia hacia ambientes con perturbación (Martínez, 2007; González *et al.*, 2016; Meléndez, 2017).

También están *Ypthimoides renata* (Stoll, 1780), *Cissia pompilia* (C. Felder y R. Felder, 1862) y *Chlosyne janais* (Drury, 1782) que son especies de los bordes del bosque que prefieren zonas abiertas semiperturbadas y con vegetación secundaria (Denno y Benrey, 1997; Zacca *et al.*, 2018; Barbosa *et al.*, 2022), al igual que *Dismorphia amphione* (Cramer, 1779) cuyas larvas se encuentran fuertemente asociada a las plantas del género *Inga*, ya que se alimentan casi exclusivamente de las hojas de estas mimosáceas, que a su vez se hallan principalmente relacionadas a vegetación con cierto grado de perturbación (Koptur, 1985; Torres, 1991). Mientras que, *Biblis hyperia* (Cramer, 1779), *Hermeuptychia sosybius* (Fabricius, 1793) y *Anthanassa tulcis* (H. Bates, 1864) están asociadas a vegetación de terrenos abiertos o degradados como las huertas o los acahuales (De la Maza y Soberón, 1998; Ramos, 2000; Martínez, 2007; De la Maza y De la Maza, 2021).

## IX. CONCLUSIONES

La fauna de Papilionoidea en la ZSCE “La Pera” se encuentra compuesta por 104 especies agrupadas en 81 géneros, lo cual refleja una alta riqueza la región, correspondiendo al 8% de las que se han registrado para Chiapas; ésta a su vez es representativa al contar con una significancia del 90% a nivel local.

En cuanto a la diversidad obtenida para cada uno de los hábitats muestreados (selva y acahual) se pudo observar que ambos sitios cuentan valores muy parecidos, ya que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas al compararlas entre sí.

En relación a los índices de similitud, éstos señalaron que la composición de especies entre ambos sitios es muy similar, lo cual puede deberse a la corta distancia que hay entre ellos y a un gran parecido en los recursos que pueden ofrecer a la lepidopterofauna de la zona.

La correlación de la riqueza y abundancia respecto a las variables ambientales de precipitación y temperatura no fue significativa, ya que pudieron encontrarse una cantidad considerable de especies e individuos tanto en la denominada temporada de lluvias como en la de secas.

Asimismo, un bajo porcentaje de las especies (16.64%) mostraron asociación suficiente hacia los distintos hábitats para considerarse como detectoras más no indicadoras, esto seguramente como resultado de que la mayoría tuvieron pocos individuos a lo largo de los meses de muestreo, siendo el acahual el que presentó un mayor número de especies detectoras entre ambas zonas.

## X. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Ackery, P. R., de Jong, R. y Vane-Wright, R. I. 1998. The butterflies: Hedyloidea, Hesperioidea and Papilionoidea. En: Kristensen, N. P. (Editor). Handbuch Der Zoologie: Arthropoda: Insecta. Lepidoptera, moth and butterflies: Evolution, systematics, and biogeography. Editorial Walter de Gruyter. New York, Estados Unidos de América. Pp. 263-300.
- Aguado, L. O. 2007. Las mariposas diurnas de Castilla y León-I (Lepidópteros, Ropalóceros) Especies, biología, distribución y conservación. Junta de Castilla y León. España. 1030 pp.
- Aguilar-Amuchastegui, N. 1999. Criterios e indicadores de sostenibilidad ecológica: caracterización de la respuesta de dos grupos de insectos propuestos como verificadores. Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Andrade, M. G., Henao, E, R. y Triviño, P. 2013. Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación (Lepidoptera: Hesperoidea-Papilionoidea). *Revista Académica Colombiana de Ciencias*. 144: 312-325.
- Balmer, E. 2009. Mariposas y polillas: rasgos físicos, hábitat y comportamiento. Parragon. Reino Unido. 256 pp.
- Barbosa, E. P., Seraphim, N., Valencia, G., Azeredo-Espin, A. M. L. y Freitas, A. V. 2022. Phylogenetic systematics of Ypthimoides Forster, 1964 and related taxa, with notes on the biogeographical history of Ypthimoides species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 168: 107390.

- Baselga, A. y Gómez-Rodríguez, C. 2019. Diversidad alfa, beta y gamma: ¿cómo medimos diferencias entre comunidades biológicas? *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*. 26: 39-45.
- Baselga, A., Jimenez-Valverde, A. y Niccolini, G. 2007. A multiple-site similarity measure independent of richness. *Biology Letters*. 3 (6): 642–645.
- Beutelspacher, C. R. 1983. Mariposas diurnas de “El Chorreadero”, Chiapas (Insecta: Lepidoptera). *Anales del Instituto de Biología*. 53 (1): 341-366.
- Blair, R. B. 2001. Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the United States: Is urbanization creating a homogeneous fauna? En: Lockwood, J. L. y McKinney, M. L. (editores). *Biotic Homogenization*. Kluwer Academic Publishers. Estados Unidos de América. Pp. 33-56.
- Brown, K. S. 1972. Maximizing daily butterfly count. *Journal of the Lepidopterists' Society*. 26 (3): 183-195.
- Brown, K. S. 1997. Diversity, disturbance and sustainable use of Neotropical forests: insects a indicator for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation*. 1 (1): 25-42.
- Brown, K. S., von Schoultz, B., Saura, A. O. y Saura, A. 2012. Chromosomal evolution in the South American Riodinidae (Lepidoptera: Papilionoidea). *Heredita*. 149 (4): 128-138.
- Cardoso, C. M. 1979. El clima de Chiapas y Tabasco. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 77 pp.
- Carter, D. 1993. Manuales de identificación mariposas diurnas y nocturnas. Ediciones Omega. Barcelona, España. 304 pp.
- Challenger, A. y Caballero, J. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el

Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Universidad Nacional Autónoma de México-Agrupación Sierra Madre. México. 847 pp.

Chao, A., Ma, K. H. y Hsieh, T. C. 2016. iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) online. <https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>. Consultado el 11 de mayo de 2023.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2023. Áreas naturales protegidas. <https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226#:~:text=Las%20%C3%81reas%20Naturales%20Protegidas%20son,los%20efectos%20del%20cambio%20clim%C3%A1tico>. Consultado el 16 de abril de 2023.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2023. Áreas protegidas. <https://www.biodiversidad.gob.mx/region/areasprot>. Consultado el 6 de mayo de 2023.

Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica (CEIEG). s. d. CIGECH - Geografía y medio ambiente – CEIEG. [https://www.google.com/search?q=anp+estatales+cigech&sxsrf=APwXEddjVQ64jmr3Z-iL4lr3yUfhy\\_PhSQ%3A1682100523666&ei=K9FCZKebKNmNur8Pz9id-As&ved=0ahUKEwjn3MHhyLv-AhXZhu4BHU9sB78Q4dUDCA8&uact=5&oq=anp+estatales+cigech&gs\\_lcp=Cgxnd3Mtd2l6LXNlcnAQAzIFCCEQoAEyBQghEKABOgcIlxCwAxAnOgoIABBHENYEELADOGqIIxAnOgUIABCABDoGCAAQFhAeOggIABAWEB4QD0oECEEYAFDwAVi9EWDPE2gBcAB4AIABmQGIAZAIkgEDMC43mAEOAEByAEJwAEB&scient=gws-wiz-serp](https://www.google.com/search?q=anp+estatales+cigech&sxsrf=APwXEddjVQ64jmr3Z-iL4lr3yUfhy_PhSQ%3A1682100523666&ei=K9FCZKebKNmNur8Pz9id-As&ved=0ahUKEwjn3MHhyLv-AhXZhu4BHU9sB78Q4dUDCA8&uact=5&oq=anp+estatales+cigech&gs_lcp=Cgxnd3Mtd2l6LXNlcnAQAzIFCCEQoAEyBQghEKABOgcIlxCwAxAnOgoIABBHENYEELADOGqIIxAnOgUIABCABDoGCAAQFhAeOggIABAWEB4QD0oECEEYAFDwAVi9EWDPE2gBcAB4AIABmQGIAZAIkgEDMC43mAEOAEByAEJwAEB&scient=gws-wiz-serp). Consultado el 19 de abril de 2023.

Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science*. 199 (4335): 1302-1310.

- Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR). s. d. Lepidopteros (mariposas). <https://www.corpocesar.gov.co/files/9Lepidopteros.pdf>. Consultado el 17 de junio de 2023.
- De la Maza, R. G. y De la Maza, E. J. 2021. Las mariposas diurnas de la vertiente norte del cerro frío en Tilzapotla, Morelos, México y su fenómeno de estivación (Lepidoptera-Papilionoidea y Hesperioidea). *Sociedad Mexicana de Lepidopterología*. 5: 3-52.
- De la Maza, R. G. y De la Maza, J. 1985. La fauna de mariposas de Boca de Chajul, Chiapas, México, (Rhopalocera). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*. 9: 23-44.
- De la Maza, R. G. y De la Maza, J. 1993. Mariposas de Chiapas. Ediciones Espejo de Obsidiana. México. 224 pp.
- De la Maza, R. G. y De la Maza, J. 2017. Las mariposas diurnas (Papilionoidea y Hesperioidea) de Los Altos de Chiapas, Mexico, distribución, composición, origen y evolución. *Revista de la Sociedad mexicana de Lepidopterología*. 5 (1): 9-40.
- De la Maza, R. G. y Soberón, J. 1998. Morphological grouping of Mexican butterflies in relation to habitat association. *Biodiversity & Conservation*. 7 (7): 927-944.
- De Vries, P. 1987. The Butterflies of Costa Rica and their Natural History: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Editorial Princenton University Press. New Jersey, Estados Unidos de América. 456 pp.
- Denno, R. y Benrey, B. 1997. Aggregation facilitates larval growth in the neotropical nymphalid butterfly *Chlosyne janais*. *Ecological Entomology*. 22 (2): 133-141.
- Dufrêne, M. y Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*. 67 (3): 345–366.

- Flores, D. 2011. Diversidad de las mariposas Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) en el ejido El Águila, Municipio de Cacahoatán, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad del Mar: Campus Puerto Escondido. Puerto Escondido, Oaxaca, México.
- Frentiu, F. D. 2010. The colorful visual world of butterflies. En: Dartt, D. A., Besharse, J. y Dana, R. (Editores) *Encyclopedia of the eye*. Academic Press. London, Reino Unido. Pp. 326-333.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 90 pp.
- García-Barros, E., Romo, H., i Monteys, V. S., Munguira, L. A., Baixeras, J., Moreno, A. V. y García, J. L. Y. 2015. Orden lepidoptera. *Revista Ibero Diversidad Entomológica*. 65: 1-21.
- García-Robledo, C. A., Constantino, L. M., Heredia, M. D. y Kattan, G. 2002. Mariposas comunes de la Cordillera Central de Colombia. Wildlife Conservation Society. Colombia. 105 pp.
- García, V., Rivera, G., Miceli, C. L. y Moctezuma, R. 2019. Mariposas de la Estación de Investigación Científica “La Selva”, Berriozábal, Chiapas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH).
- Gaviria-Ortiz, F. G. y Henao-Bañol, E. R. 2011. Diversidad de mariposas diurnas (Hesperioidea-Papilionoidea) del Parque Natural Regional El Vínculo (Bugavale del Cauca). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*. 15 (1): 115-133.
- Ghazanfar, M., Malik, M. F., Hussain, M., Iqbal, R. y Younas, M. 2016. Butterflies and their contribution in ecosystem: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 4 (2): 115-118.

- Glassberg, J. 2017. A swift guide to the butterflies of Mexico and Central America. 2ª edición. Princeton University Press. New Jersey, Estados Unidos de América. 304 pp.
- Gómez, B. y Jones, R. 2002. Manual de métodos de colecta, preservación y conservación de insectos. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)-Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Tapachula, Chiapas, México. 32 pp.
- González-Valdivia, N. A., Pozo, C., Ochoa-Gaona, S., Ferguson, B. G., Cambranis, E., Lara, O., Pérez-Hernández, I., Ponce-Mendoza, A. y Kamplicer, C. 2016. Nymphalidae frugívoras (Lepidoptera: Papilionoidea) asociadas a un ecosistema agropecuario y de bosque tropical lluvioso en un paisaje del sureste de México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 87 (2): 451-464.
- Guerra, J. F., Miranda, F., Apaza, M. y Siebel, G. 2016. Guía ilustrada de mariposas diurnas y plantas promisorias de la Reserva de la Biosfera y Tierra Comunitaria de Origen Pilón-Lajas. Consejo Regional Tsimane Mosekene. Bolivia. 55 pp.
- Gullan, P. J. y Cranston, P. S. 2014. The insects: an outline of entomology. 5ª edición. Wiley-Blackwell. Oxford, Inglaterra. 624 pp.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*. 4: 1-9.
- Heikkilä, M., Kaila, L., Mutanen, M., Pena, C. y Wahlberg, N. 2012. Cretaceous origin and repeated tertiary diversification of the redefined butterflies. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 279 (1731): 1093-1099.
- Hoffman, C. C. 1933. La fauna de lepidópteros del Distrito del Soconusco, (Chiapas). Un estudio zoogeográfico. *Anales del Instituto de Biología*. 4: 207-304.
- Instituto de Historia Natural y Ecología (IHNYE). 2006. Estudio técnico justificativo para el establecimiento de un área natural protegida en la región denominada La Pera, municipio de Berriozábal, Chiapas.

[https://sistemaestatalambiental.chiapas.gob.mx/siseiach/descargas/etj\\_anp/ETJLaPera.pdf](https://sistemaestatalambiental.chiapas.gob.mx/siseiach/descargas/etj_anp/ETJLaPera.pdf). Consultado el 12 septiembre de 2022.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2004. Síntesis de información geográfica del estado de Oaxaca. <https://www.google.com/search?q=inegi&oq=inegi&aqs=chrome.0.0i271j46i199i433i465i512j0i512j0i433i512i2j0i512j69i60j5.1273j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Consultado el 20 de junio de 2023.

Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de aracnología*. 8 (31): 151-161.

Joron, M. 2008. Batesian mimicry: can a leopard change its spots—and get them back? *Current Biology*. 18 (11): R476-R479.

Josephitis, E. 2013. Abundancia y Diversidad de Las Mariposas en Los Senderos Del Parque Natural Metropolitano. Independent Study Project (ISP) Collection. 1596.

Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*. 113(2): 363-375.

Kim, K. C. 1993. Biodiversity, conservation and inventory: why insects matter. *Biodiversity and Conservation*. 2 (3): 191-214.

Koptur, S. 1985. Alternative Defenses against Herbivores in *Inga* (Fabaceae: Mimosoideae) over an Elevational Gradient. *Ecology*. 66 (5): 1639–1650.

Kremen, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications*. 2 (2): 203-217.

Kremen, C., Colwell, R.K., Erwin, T.L., Murphy, D.D., Noss, R.F. y Sanjayan, M.A. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: Their use in conservation planning. *Conservation Biology*. 7 (4): 796-808.

- Lamas, G. y Grados, J. 1997. Sinopsis de los Hedylidae (Lepidoptera) del Perú. *Revista Peruana de Entomología*. 40 (1): 107-109.
- León-Cortés, J. L., Caballero, U., Miss-Barrera, I. D. y Girón-Intzin, M. 2019. Preserving butterfly diversity in an ever-expanding urban landscape? a case study in the highlands of Chiapas, México. *Journal of Insect Conservation*. 23 (2): 405-418.
- León-Cortés, J. L., Girón-Intzin, M., Ruiz-Montoya, L. y Morón-Ríos, A. 2003. Colección Entomológica. En León-Cortés, J. L., Lorenzo-Monterrubio, C. y Pozo, C. (Editores). Colecciones biológicas de El Colegio de la Frontera Sur, México. ECOSUR-CONABIO. Chiapas, México. Pp. 67-77.
- León-Cortés, J. L., Luis-Martínez, A., Blas, M. y Rodríguez, A. 2013. Mariposas. En: CONABIO. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO y Gobierno del Estado de Chiapas, México. Pp. 213-218.
- Llorente-Bousquets, J. E, Oñate-Ocaña, L., Luis-Martínez, A. y Vargas-Fernández, I. 1997. Papilionidae y Pieridae de México: distribución geográfica e ilustración. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Universidad Autónoma de México (UNAM). México. 226 pp.
- Llorente-Bousquets, J. E, Vargas-Fernández, I., Luis-Martínez, A., Trujano-Ortega, M., Hernández-Mejía, B. C., y Warren, A. D. 2014. Biodiversity of Lepidoptera in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 353-371.
- Llorente-Bousquets, J. E., Luis-Martínez, A., Vargas-Fernández, I. y Soberón, J. 1993. Biodiversidad de las mariposas: su conocimiento y conservación en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 44: 313-324.
- Lovejoy, T. E., Bierregaard Jr, R. O., Rylands, A. B., Malcolm, J. R., Quintela, C. E., Harper, L. H., Brown, K. S., Powell, G. V. N., Schubart, H. O. R. y Hays, M. B. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. En: Soule, M. (editor). *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer Associates. Inglaterra. Pp. 257-84.

- Luis-Martínez, M. A., Llorente-Bousquets, J., Vargas-Fernández, I. y Warren, A. D. 2003. Biodiversity and biogeography of mexican butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea). *Proceedings-Entomological Society of Washington*. 105 (1): 209-224.
- Luis-Martínez, M. A., Salinas-Gutiérrez, J. L. y Llorente-Bousquets, J. 2011. Papilionoidea y Hesperioidea (Lepidoptera: Rhopalocera). En: Álvarez, F. (Coordinador). Chiapas: estudios sobre su diversidad biológica. Instituto de Biología, UNAM. México. Pp. 363-392.
- Marín, L., León-Cortés, J. L. y Stefanescu, C. 2008. The effect of an agro-pasture landscape on diversity and migration patterns of frugivorous butterflies in Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation*. 18 (4): 919–934.
- Martínez, N. 2007. Empleo de Especies Sombrilla en la Conservación de la Biodiversidad de la Chinantla, Oaxaca. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México.
- Martín-Regalado, N. 2019. Detección de especies indicadoras de condiciones de hábitats. En: Moreno, C. E. (Editora). La Biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México. Pp. 223-235.
- Maya-Martínez, A., Pozo, C. y May, E. 2005. Las mariposas (Rhopalocera: Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae) de la selva alta subperennifolia de la región de Calakmul, México, con nuevos registros. *Folia Entomológica Mexicana*. 44 (2): 123-143.
- Meléndez, E. 2017. Análisis de la Diversidad de Mariposas Diurnas en una Selva Baja Espinosa Caducifolia de Condición Primaria y Secundaria en Tamaulipas, México. Tesis de posgrado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México.

- Melic, A. 1993. Biodiversidad y riqueza biológica. Paradojas y problemas. *ZAPATERI Revista aragonesa de Entomología*. 3: 97-103.
- Miller, J. C. y Hammond, P. C. 2003. Lepidoptera of the Pacific Northwest: caterpillars and adults. Forest Health Technology Enterprise Team (FHTET)-U. S. Department of Agriculture- Forest Service. Estados Unidos de América. 324 pp.
- Miranda, F. 1998. La vegetación de Chiapas. 3ª edición. Consejo Estatal para las Culturas y las Artes de Chiapas (CONECULTA Chiapas)-Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 596 pp.
- Miranda, F. y Hernández, X. E. 1963. The types of vegetation of Mexico and their classification. *Botanical Sciences*. 28: 29-179.
- Misof, B., Liu, S., Meusemann, K., Peters, R. S., Donath, A., Mayer, C., Frandsen, P. B., Ware, J., Flouri, T., Beutel, R. G., Niehuis, O., Petersen, M., Izquierdo-Carrasco, F., Wappler, T., Rust, J., Aberer, A. J., Aspöck, U., Aspöck, H., Bartel, D., Blanke, A., Berger, S., Böhm, A., Buckley, T. R., Calcott, B., Chen, J., Friedrich, F., Fukui, M., Fujita, M., Greve, C., Grobe, P., Gu, S., Huang, Y., Jeremiin, L. S., Kawahara, A. Y., Krogmann, L., Kubiak, M., Lanfear, R., Letsch, H., Li, Y., Li, Z., Li, J., Lu, H., Machida, R., Mashimo, Y., Kapli, P., McKenna, D. D., Meng, G., Nakagaki, Y., Navarrete-Heredia, J. L., Ott, M., Ou, Y., Pass, G., Podsiadlowski, L., Pohl, H., Von Reumont, B. M., Schütte, K., Sekiya, K., Shimizu, S., Slipinski, A., Stamatakis, A., Song, W., Su, X., Szucsich, N. U., Tan, M., Tan, X., Tang, M., Tang, J., Timelthaler, G., Tomizuka, S., Trautwein, M., Tong, X., Uchifune, T., Walz, M. G., Wiegmann, B. M., Wilbrandt, J., Wipfler, B., Wong, T. K. F., Wu, Q., Wu, G., Xie, Y., Yang, S., Yang, Q., Yeates, D. K., Yoshizawa, K., Zhang, Q., Zhang, R., Zhang, W., Zhang, Y., Zhao, J., Zhou, C., Zhou, L., Ziesmann, T., Zou, S., Li, Y., Xu, X., Zhang, Y., Yang, H., Wang, J., Wang, J., Kjer, K. M. y Zhou, X. 2014. Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. *Science*. 346 (6210): 763–767.

- Molina-Martínez, A. y León-Cortés, J. L. 2006. Movilidad y especialización ecológica como variables que afectan la abundancia y distribución de lepidópteros papilionidos en el Sumidero, Chiapas, México. *Acta zoológica mexicana*. 22 (3): 29-52.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)- Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO (ORCYT-UNESCO)- Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Zaragoza, España. 84 pp.
- Morin P. J. 1999. Community Ecology. Blackwell Science. Malden, Massachusetts, Estados Unidos Americanos. 423 pp.
- Morrone, J. J. y Coscarón, S. 1998. Introducción a la Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una perspectiva biotaxonómica. Ediciones Sur. La Plata, Argentina. 599 pp.
- Mota, L. L., Rosa, A. H., Vasconcellos, L. R., Willmott, K. R. y Freitas, A. V. 2022. A new subspecies of *Mechanitis lysimnia* from southern Amazonia (Nymphalidae: Danainae: Ithomiini). *Tropical Lepidoptera Research*. 32 (1): 47-51.
- Mutanen, M., Wahlberg, N. y Kaila, L. 2010. Comprehensive gene and taxon coverage elucidates radiation patterns in moths and butterflies. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 277 (1695): 2839–2848.
- Oñate-Ocaña, L., Morrone, J. J. y Llorente-Bousquets, J. E. 2000. Una evaluación del conocimiento y de la distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas (Insecta: Lepidoptera). *Acta Zoológica Mexicana*. 81:117-132.
- Ospina-López, L. A., Andrade, M. G. y Reinoso-Flórez, G. 2015. Diversidad de mariposas y su relación con el paisaje en la cuenca del río Lagunillas, Tolima, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 39 (153): 455-474.

- Owen, D. F. 1971. Tropical butterflies. Oxford University Press. Londres, Inglaterra. 215 pp.
- Padrón, S. 2006. Diurnal and nocturnal lepidoptera of Buenaventura (Piñas-Ecuador). *Lyonia*. 9 (1): 53-65.
- Pollard, E. y Eversham, B. C. 1995. Butterfly monitoring 2 — interpreting the changes. En: Pullin, A. S. (Editor). Ecology and Conservation of Butterflies. Champan & Hill. Londres, Inglaterra. Pp. 23–36.
- Powell, J. A. 2009. Lepidoptera. En: Resh, V. H. y Cardé, R. T. (Editores). Encyclopedia of Insects. 2ª edición. Academic Press. London, Reino Unido. Pp. 559–587.
- Pozo, C. 2004. Informe final SNIB-CONABIO del proyecto No. Y006 Mariposas del Corredor biológico Mesoamericano-México. El Colegio de la Frontera Sur Unidad Chetumal. México. 95 pp.
- Pozo, C., Llorente-Bousquets, J., Luis-Martínez, A., Vargas-Fernández, I. y Salas, N. 2005. Reflexiones acerca de los métodos de muestreo para mariposas en las comparaciones biogeográficas. En: Llorente, J. y Morrone, J. J. (Editores). Regionalización Biogeográfica en Iberoamérica y Tópicos Afines: Primeras Jornadas Biogeográficas de la Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (RIBES XII. I-CYTED). UNAM. México. 203-215.
- Pozo, C. y Galindo, C. 2000. Informe final SNIB-CONABIO del proyecto No. J112 Inventario y monitoreo de anfibios y mariposas en la Reserva de Calakmul, Campeche. El Colegio de la Frontera Sur Unidad Chetumal. Quintana Roo, México. 25 pp.
- Ramos, F. A. 2000. Nymphalid butterfly communities in an amazonian forest fragment. *Journal of Research on the Lepidoptera*. 35 (1): 29-41.
- Regier, J. C., Zwick, A., Cummings, M. P., Kawahara, A. Y., Cho, S., Weller, S., Roe, A., Baixeras, J., Brown, J. W., Parr, C., Davis, D. R., Epstein, M., Hallwachs, W., Hausmann, A., Janzen, D. H., Kitching, I. J., Solis, M. A., Yen, S., Bazinet, A. L.

- y Mitter, C. 2009. Toward reconstructing the evolution of advanced moths and butterflies (Lepidoptera: Ditrysia): an initial molecular study. *BMC Evolutionary Biology*. 9 (280): 1-21.
- Reyes, M. C., Sánchez, C. S., Escobar, A., Cedrún, J. M. E., Buzzetti, G., Villalobos, O., Reyes, J. A., Osaland, R., Ríos, G. A. y Álvarez, I. 2012. Red de Áreas Naturales Protegidas Comunitarias y Servicios Ambientales en Chiapas. Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C. (IDESMAC) – Secretaría de la Reforma Agraria (SRA) – Registro Agrario Nacional (RAN) - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Chiapas, México. 66 pp.
- Rivera-Gallego, I. D. y Pinzón-Florián, O. P. 2022. Mariposas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) en plantaciones de eucalipto y bosques de galería en la Orinoquia colombiana. *Revista de Biología Tropical*. 70 (1): 768-786.
- Robbins, R. K. 1988. Comparative Morphology of the butterfly foreleg coxa and trochanter (Lepidoptera) and its systematic implications. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. 90 (2): 133-154.
- Ruppert, E. E. y Barnes, R. D. 1996. Zoología de los Invertebrados. 6ª edición. Editorial McGraw-Hill. México. 1114 pp.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México. 504 pp.
- Salinas-Gutiérrez, J. L., Pozo, C. y Luis-Martínez, A. 2006. Relaciones biogeográficas de Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae (Rhopalocera: Papilionoidea) en el bosque tropical perennifolio de México. *Entomotropica*. 21: 145-152.
- 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 (5): 251–286.

- Scoble, M. J. 1995. *The Lepidoptera. Form, function and diversity.* Oxford University Press. Suffolk, Reino Unido. 404 pp.
- Scoble, M. J. y Aiello, A. 1990. Moth-like butterflies (Hedylidae: Lepidoptera): a summary, with comments on the egg. *Journal of Natural History.* 24 (1): 159–164.
- Scott, J. A. 1979. Diapausa hibernal de Papilionoidea y Hesperioidea de América del Norte. *Revista de investigación sobre los lepidópteros.* 18 (3): 171–200.
- Scott, J. A. 1986. *The butterflies of North America: a natural history and field guide.* Editorial Stanford University Press. Stanford, Londres, Inglaterra. 584 pp.
- Secretaria de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). 2013. Programa de Manejo Zona Sujeta a Conservación Ecológica “La Pera” Berriozábal, Chiapas, México..  
[https://sistemaestatalambiental.chiapas.gob.mx/siseiach/descargas/pm\\_anp/PROGRAMA\\_DE\\_MANEJO\\_LA%20PERA.pdf](https://sistemaestatalambiental.chiapas.gob.mx/siseiach/descargas/pm_anp/PROGRAMA_DE_MANEJO_LA%20PERA.pdf). Consultado el 15 de febrero de 2022.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2018. Información Climatológica Nacional. Comisión Nacional del Agua.  
<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>. Consultado el 12 de mayo de 2023.
- Silberglied, R. E., Aiello, A. y Lamas, G. 1979. Neotropical Butterflies of the Genus *Anartia*: Systematics, Life Histories and General Biology (Lepidoptera: Nymphalidae). *Psyche: A Journal of Entomology.* 86 (2-3): 219–260.
- Sparrow, H. R., Sisk, T. D., Ehrlich, P. R. y Murphy, D. D. 1994. Techniques and guidelines for monitoring neotropical butterflies. *Conservation Biology.* 8 (3): 800-809.

- Tejeda-Cruz, C., Mehltreter, K., Sosa, V. J., Manson, R. H., Hernández-Ortiz, V. y Gallina, S. 2008. Indicadores ecológicos multi-taxonómicos. En: Manson, R. H., Hernández-Ortiz, Gallina, S. y Mehltreter, K. (Editores). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología e Instituto Nacional de Ecología. Veracruz, México. Pp. 271-278.
- Thomas, C. D. 1991. Habitat use and geographic ranges of butterflies from the wet lowlands of Costa Rica. *Biological Conservation*. 55 (3): 269–281.
- Thukral, A. K. 2017. A review on measurement of Alpha diversity in biology. *Agricultural Research Journal*: 54(1): 1-10.
- Torres, B. 1991. Biology of *Dismorphia spio* (Godart) in Puerto Rico (Lepidoptera: Pieridae: Dismorphiinae). *Caribbean Journal of Science*. 27 (1-2): 35-45.
- Triplehorn, C. A. y Johnson, N. F. 2005. Borror and Delong's introduction to the study of insects. 7ª edición. Editorial Thomson Brooks/Cole. California, Estados Unidos de América. 888 pp.
- Urretabizkaya, N., Vasicek, A. y Saini, E. 2010. Insectos Perjudiciales de Importancia Agronómica: I. Lepidópteros. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina. 77 pp.
- Van Halder, I., Barbaro, L. y Jactel, H. 2011. Conserving butterflies in fragmented plantation forests: are edge and interior habitats equally important?. *Journal of Insect Conservation*. 15: 591-601.
- Van Nieuwerkerken, E. J., Kaila, L., Kitching, I. J., Kristensen, N. P., Lees, D. C., Minet, J., Mitter, C., Mutanen, M., Regier, J. C., Simonsen, T. J., Wahlberg, N., Yen, S-H., Zahiri, R., Adamski, D., Baixeras, J., Bartsch, D., Bengtsson, B. A., Brown, J. W., Bucheli, S. R., Davis, D. R., De Prins, J., De Prins, W., Epstein, M. E., Gentili-Poole, P., Gielis, C., Hättenschwiler, Haussman, A., Holloway, J. D., Kallies, A., Karsholt, O., Kawahara, A. Y., Koster, S., Kozlov, M. V., Lafontaine, J. D., Lamas, G., Landry, J-F., Lee, S., Nuss, M., Park, K. T., Penz, C., Rota, J., Schintlmeister,

- A., Schmidt, B. C., Sohn, J-C., Solis, A., Tarmann, G. M., Warren, A. D., Weller, S., Yakovlev, R. V., Zolotuhin, V. V. y Zwick, A. 2011. Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. En: Zhang, Z-Q. (Editor). *Animal Biodiversity: An outline of higher classification and survey of taxonomic richness*. Zootaxa 3148. Magnolia Press. Auckland, Nueva Zelanda. Pp. 212-221.
- Villareal, H. M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. M. 2006. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. 2ª edición. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 235 pp.
- Warren, A. D., Davis, K., Stangeland, M., Pelham, J. P., Willmott, K. R. y Grishin, N. V. 2023. Illustrated Lists of American Butterflies. <http://www.butterfliesofamerica.com>. Consultado el 5 de abril de 2023.
- Warren, A. D., Ogawa, J. R. y Brower, A. V. 2009. Revised classification of the family Hesperiidae (Lepidoptera: Hesperioidea) based on combined molecular and morphological data. *Systematic Entomology*. 34 (3): 467-523.
- Wettstein, W. y Schmid, B. 2001. Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *Journal of Applied Ecology*. 36 (3): 363-373.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. 21 (2/3): 213-251.
- Wiklund, C. 1975. The evolutionary relationship between adult oviposition preferences and larval host plant range in *Papilio machaon* L. *Oecologia*. 18: 185–197.
- Willmott, K. R. y Mallet, J. 2004. Correlations between adult mimicry and larval host plants in ithomiine butterflies. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 271 (Suppl 5): S266–S269.
- Wolda, H. 1988. Insect Seasonality: Why? *Annual Review of Ecology and Systematics*. 19 (1): 1–18.

- Zacca, T., Casagrande, M. M., Mielke, O. H. H., Huertas, B., Barbosa, E. P., Freitas, A. V. L., Magaldi, L. M., Espeland, M., Nakahara, S. y Willmott, K. R. 2018. Systematics of the butterfly genus *Cissia* Doubleday, 1848 (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) using an integrative approach. *Arthropod Systematics & Phylogeny*. 76 (2): 349-376.
- Zhang, Z-Q. 2011. Animal Biodiversity: An outline of higher classification and survey of taxonomic richness. Zootaxa 3148. Magnolia Press. Auckland, Nueva Zelanda. 237 pp.
- Zúñiga, D. 2010. Diversidad de papilionoidea (Lepidoptera:Rophalocera) en el parque nacional "Cañón del sumidero", Chiapas. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.